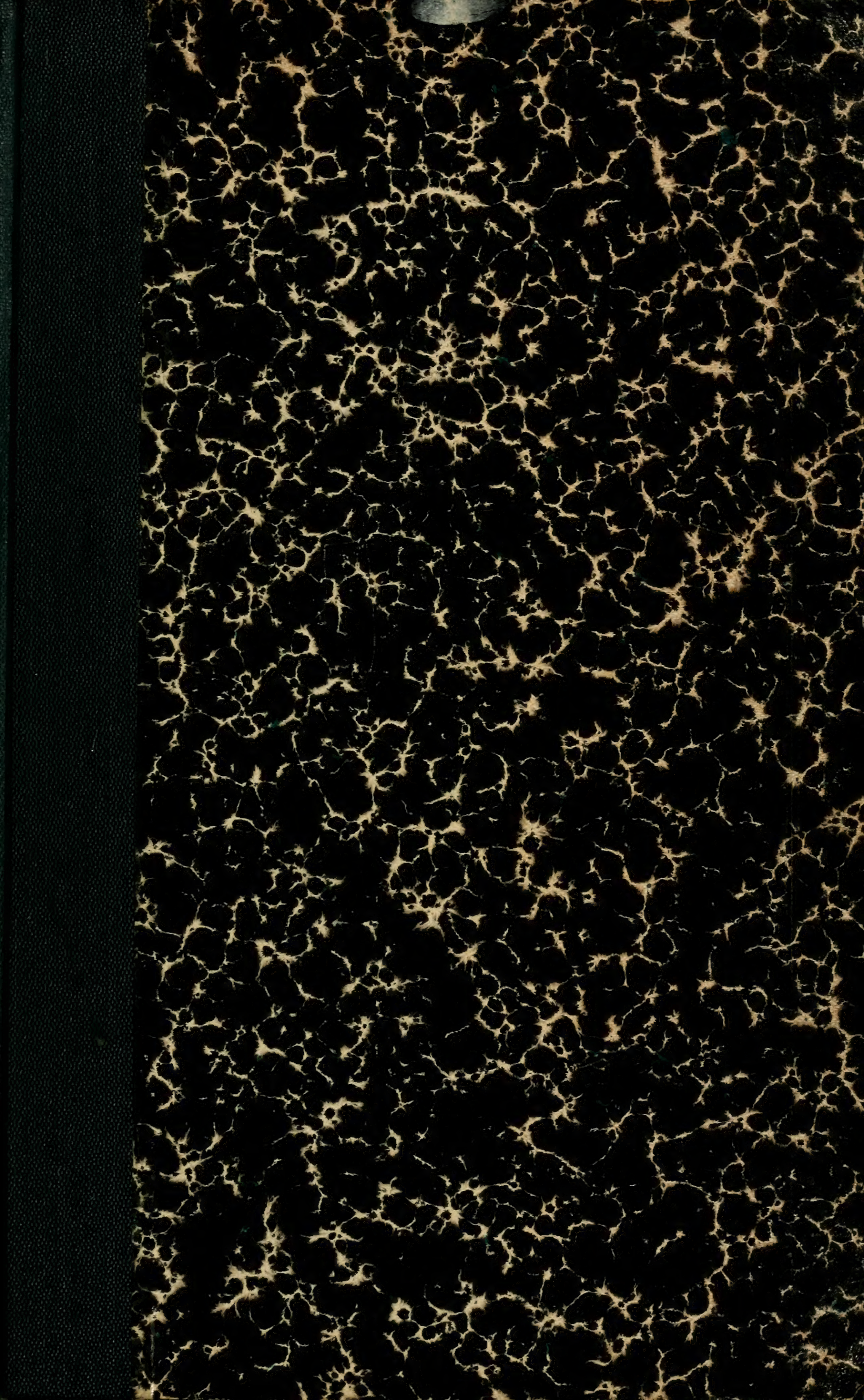
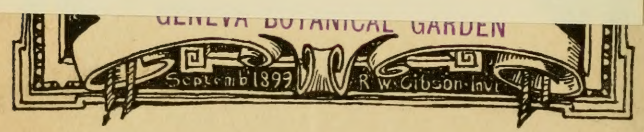



GENEVA BOTANICAL GARDEN
Septemb 1899
R. W. Gibson Inv.

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

GENÈVE. — IMPRIMERIE DE JULES-GUILLAUME FICK.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

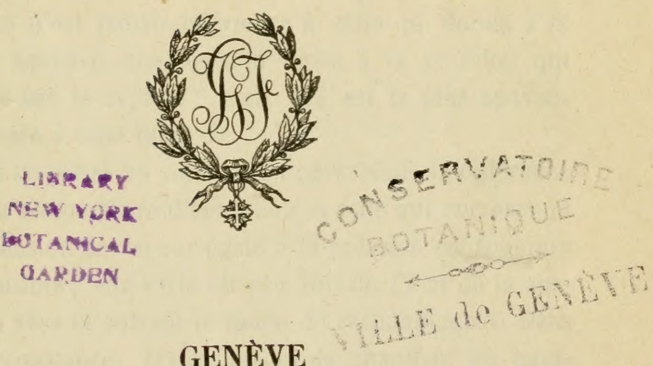
ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME VINGT-QUATRIÈME



GENÈVE

BUREAU DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
4, rue de l'Hôtel-de-Ville

LAUSANNE
DELAFONTAINE & ROUGE

NEUCHATEL
DELACHAUX & SANDOZ

1865

QUELQUES FAITS

RELATIFS A L'ÉBULLITION DE L'EAU

PAR

M. L. DUFOUR.

I

On sait que la température d'ébullition de l'eau dépend de la pression que ce liquide supporte. Cette température n'est jamais inférieure à celle qui donne à la vapeur aqueuse une tension égale à la pression qui s'exerce sur le liquide ; mais elle est le plus souvent supérieure à cette limite-là.

Dans les vases en verre et en porcelaine, la différence entre la température d'ébullition et celle qui correspond à une tension de vapeur égale à la pression est toujours très-sensible ; elle varie un peu suivant l'état de la surface du vase et suivant le mode de réchauffement. Dans des circonstances favorables et en chauffant au bain-marie, on obtient aisément des différences de 2 à 5°. — Cette différence, ou ce *retard* d'ébullition, comme on le nomme souvent, a été essentiellement constaté pour des températures très-voisines de 100° et par conséquent pour des pressions très-rapprochées d'une atmosphère.

Dans une série de recherches ayant pour objet l'ébullition de l'eau, j'ai été amené à me demander si ce retard

serait le même sous des pressions différant beaucoup d'une atmosphère, et j'ai fait un certain nombre d'expériences pour résoudre cette question.

L'appareil employé se composait de trois parties : 1° un vase renfermant l'eau destinée à l'ébullition ; 2° un manomètre ; 3° un instrument propre à faire varier la pression. Le vase 1° était une cornue en verre, à tubulure. La tubulure était fermée par un bouchon traversé par un thermomètre dont la cuvette pénétrait au sein du liquide en expérience. Un mastic appliqué sur le bouchon rendait la fermeture hermétique. — Le manomètre était un tube en verre plongeant à sa partie inférieure dans une large cuvette remplie de mercure et dressé le long d'une règle verticale portant des divisions millimétriques. L'instrument 3° était une pompe pneumatique ordinaire. Un vase en tôle, d'environ un litre et demi de capacité, communiquait, par l'intermédiaire d'un premier tube, avec le col de la cornue. Un deuxième tube le reliait à la pompe et un troisième au manomètre. Tous ces tubes étaient pourvus de robinets et l'on pouvait ainsi, à volonté, faire communiquer entre eux les diverses parties de l'appareil.

Le vase en tôle plongeait habituellement dans un réservoir d'eau froide afin de condenser les vapeurs provenant de la cornue.

Des expériences préalables, qu'il est superflu de détailler ici, avaient fait connaître les corrections qu'il fallait apporter à la lecture du manomètre à cause de la situation de son zéro et de la diminution du niveau du mercure dans la cuvette. L'équation du thermomètre était connue également.

La cornue employée avait renfermé pendant quelque

temps de l'acide sulfurique afin de rendre sa surface plus apte à tolérer les retards d'ébullition.

Voici quelle était la marche d'une expérience. En manœuvrant la pompe, on produisait dans l'appareil une certaine pression, inférieure à une atmosphère ; puis on chauffait la cornue par l'intermédiaire d'un bain-marie d'huile et bientôt l'ébullition intervenait. Le dégagement de vapeur et le réchauffement de l'air compris dans les tubes et le vase en tôle tendaient à faire baisser la colonne manométrique ; mais en agissant avec précaution à l'aide de la pompe, on pouvait maintenir ce niveau sensiblement constant pendant plusieurs minutes. La hauteur du mercure dans le manomètre, soustraite de la pression extérieure donnée par un baromètre à cet instant-là, indiquait évidemment la pression intérieure de l'appareil.

J'ai montré, dans un mémoire récent [1], que la température d'ébullition d'une masse d'eau s'élève de plus en plus lorsque ce liquide subit plusieurs réchauffements successifs dans le même vase en verre. Le retard est ordinairement un peu plus grand lors de la deuxième ébullition que lors de la première ; puis si, après un nouveau refroidissement, on produit une troisième ébullition sans sortir le liquide du vase, le retard est encore un peu augmenté et ainsi de suite. — Cette circonstance exigeait donc que l'eau fût renouvelée, dans la cornue en verre, pour chacune des expériences mentionnées plus bas.

Il est à remarquer d'ailleurs que si l'on produit l'ébullition dans un vase en verre, le retard n'est point une

[1] *Archives*, novembre 1864, t. XXI, p. 201.

quantité constante. Le thermomètre oscille constamment et quand le retard devient un peu considérable, ces oscillations sont ordinairement fort grandes. Il ne peut donc pas être question d'indiquer un point fixe de l'échelle thermométrique comme ayant correspondu au changement d'état; mais on peut seulement noter les limites entre lesquelles le thermomètre oscillait.

En outre, si l'on prolonge l'ébullition, on voit le thermomètre, dans ses oscillations, atteindre des points de plus en plus élevés de l'échelle, de telle sorte que — sans toutefois que cela puisse dépasser certaines limites — le retard est moins considérable dans les premiers moments de l'ébullition qu'il ne l'est au bout de quelques minutes ou d'un quart d'heure. Dans les expériences qui suivent et où il s'agissait de *comparer* les retards à diverses pressions, l'ébullition devait donc être observée pendant une même durée. Les températures indiquées plus bas ont toujours été notées dans les dix premières minutes de l'ébullition.

1° *Expériences avec l'eau distillée.* — Le tableau suivant résume les résultats observés dans onze expériences où les pressions ont varié de 717 à 115^{mm}. — La colonne A renferme la pression en millimètres de mercure ramenée à 0°; la colonne B indique les températures qui donnent à la vapeur d'eau une force élastique égale aux pressions de A, c'est donc la température de l'ébullition réputée *normale ;* la colonne C renferme les températures d'ébullition *observées* et enfin la colonne D indique les différences entre les valeurs de B et de C, par conséquent les retards d'ébullition.

Tableau I.

A	*B*	*C*	*D*
717mm	98°,4	101°,3 à 101°,9	2°,9 à 3°,5
716	98,4	100,0 — 101,0	1,6 — 2,6
716	98,4	100,3 — 101,5	1,9 — 3,1
709	98,1	102,0 — 102,4	2,9 — 3,3
525	89,8	91,5 — 92,0	1,7 — 2,2
419	84,2	87,0 — 88,0	2,8 — 3,8
324	77.8	79,8 — 81,4	2,0 — 3,6
216	68,3	72,5 — 73,5	4,2 — 5,2
170	65,0	63,5 — 64,5	0,5 — 1,5
122	55,8	59,0 — 60,5	3,2 — 4,7
115	54,7	57,5 — 59,0	2,8 — 4,3

2° *Expériences avec l'eau acidulée.* — Lorsque l'on chauffe de l'eau additionnée d'une petite quantité d'acide sulfurique, les retards d'ébullition se produisent comme avec l'eau pure et même ils atteignent une valeur plus considérable. Mais si l'on produit un dégagement gazeux dans l'intérieur du liquide, l'ébullition s'abaisse au minimum de température possible et tout retard disparaît [1]. Ce dégagement gazeux s'obtient facilement, sous une pression quelconque, en faisant plonger dans le liquide acidulé deux fils de platine et en lançant un courant galvanique dans ces fils. L'électrolyse de l'eau donne lieu à un dégagement d'hydrogène et d'oxygène qui, sous forme de bulles innombrables, traversent le liquide. Dans mon appareil, les fils s'introduisaient dans la cornue le long du bouchon et à côté du thermomètre ; ils pouvaient être à volonté mis en communication avec les deux pôles d'une faible pile de six éléments zinc et charbon plongeant dans de l'eau salée.

[1] *Archives*, novembre 1864.

La présence du platine n'empêche point le retard d'ébullition de l'eau acidulée dès que les fils ont séjourné depuis quelque temps dans le liquide et qu'ils y ont subi un réchauffement un peu prolongé. Il est probable que c'est la couche d'air adhérente au platine qui provoque l'ébullition : mais dès que cette couche a été éliminée par l'élévation de la température, la surface de ce métal n'excite pas plus le changement d'état que la surface du verre lui-même[1].

L'eau qui a servi dans ces essais renfermait $^1/_{200}$ d'acide sulfurique.—Après qu'elle avait été introduite dans l'appareil, le col de la cornue était relié, à l'aide d'un tube, avec le vase en tôle; puis on diminuait la pression et on chauffait le liquide. Quand la température approchait du point d'ébullition, le courant était lancé dans les fils de platine. L'ébullition intervenait alors sans secousse et on la laissait durer environ cinq minutes, en maintenant aussi fixe que possible la colonne manométrique et en observant la température. — Le courant était ensuite interrompu, les dernières bulles de gaz disparaissaient bientôt de la surface des fils de platine, et le thermomètre ne tardait pas à s'élever un peu. L'ébullition se produisait alors avec un retard plus ou moins prononcé pendant dix minutes. — Les fils étaient mis de nouveau en relation avec la pile; l'ébullition, redevenue plus régulière, était maintenue encore cinq minutes environ.

Chaque expérience présentait ainsi trois phases et c'est évidemment en comparant les indications du thermomètre pendant la deuxième phase avec ses indications pendant les deux autres, que l'on peut estimer le *retard* produit sous la pression où l'on opérait. — J'ai déjà

[1] *Archives*, novembre 1864.

remarqué plus haut que, pendant une ébullition avec retard, le thermomètre ne demeure point constant et les *soubresauts* bien connus que le liquide présente en bouillant s'accompagnent d'oscillations parfois assez considérables de la colonne mercurielle. Durant le passage du courant, au contraire, la température d'ébullition conserve une remarquable fixité et souvent, pendant les cinq minutes de la première ou de la troisième phase de l'expérience, il ne se produisait pas un dixième de degré de variation, à la condition toutefois que la pression demeurât bien invariable. Le plus ordinairement, le thermomètre s'est maintenu de un à deux dixièmes de degré plus élevé dans la troisième phase que dans la première.

Dans le tableau II, les colonnes *A*, *B*, *C*, *D*, *E* renferment successivement : 1° la pression ; 2° la température d'ébullition dans la première phase de l'expérience, lorsque le courant passe dans les fils de platine ; 3° la température lors de la troisième phase ; 4° les limites entre lesquelles le thermomètre a oscillé pendant les dix minutes où l'ébullition a eu lieu sans électrolyse ; 5° enfin les *retards* observés sous les diverses pressions. — Les chiffres de la colonne *E* sont donc les différences entre *D* d'une part et *B* et *C* d'une autre.

Tableau II.

A	*B*	*C*	*D*	*E*
716mm	98°,8	99°,0	100°,3 à 100°,9	1°,4 à 2°,0
709	98,5	98,7	99,7—100,5	1,1—1,9
705	98,3	98,4	99,8—100,3	1,5—1,9
577	93,0	93,2	94,7— 95,2	1,7—2,0
468	87,3	87,4	98,5— 89,3	1,2—1,9
368	81,1	81,5	83,7— 84,0	2,6—2,5
278	74,5	74,6	76,7— 76,9	2,2—2,3
160	61,8	62,0	64,5— 65,2	2,7—3,2
114	54,5	54,7	58,0— 59,0	3,5—4,3
83	48,0	48,1	52,0— 53,5	4,0—5,4

En jetant les yeux sur les tableaux I et II, on voit immédiatement que *les retards d'ébullition se produisent sous toutes les pressions.* On voit en outre que ces retards ne paraissent pas varier d'une manière bien régulière avec la pression, surtout dans le tableau I où l'ébullition sous la pression de 170mm, par exemple, s'est produite avec un retard plus faible qu'à 717mm ; tandis que l'expérience faite sous la pression 216mm a donné une différence très-prononcée en sens inverse. Mais si l'on ne s'en tient pas à la comparaison de deux ou trois cas particuliers et si l'on examine l'ensemble des 21 résultats consignés plus haut, on peut dire, ce me semble, que *les retards sont en général plus considérables lorsque l'ébullition se produit sous des pressions plus faibles.* Les différences ne sont sans doute pas considérables ; mais elles sont cependant assez importantes et assez nombreuses, surtout dans le tableau II, pour qu'on ne puisse guère mettre en doute cette augmentation du retard dans les faibles pressions.

Ce résultat (contraire à ce que j'attendais en entrepre-

nant ces essais) est peut-être un argument nouveau en faveur de la supposition que l'ébullition des liquides est surtout provoquée par le contact des gaz libres dans leur intérieur. J'ai indiqué, dans mon précédent travail, un certain nombre de faits qui concourent à établir cette influence du contact des gaz et, dans ces derniers temps, M. Boutan a développé avec beaucoup de force les motifs qui peuvent faire considérer l'ébullition comme une simple évaporation sur les surfaces internes qu'offrent aux liquides les globules gazeux retenus dans leur intérieur.

L'eau que l'on soumet à l'ébullition renferme en dissolution une certaine quantité d'air. Les solides avec lesquels elle est en contact (parois du vase, fils de platine, poussière en suspension) possèdent aussi à leur surface une couche gazeuse plus ou moins condensée et souvent très-adhérente. — Toutes les causes qui tendent à éliminer cette couche gazeuse contribuent à augmenter les retards d'ébullition. C'est pour cela, sans doute, que les fils de platine, qui plongent dans l'eau, n'excitent plus le changement d'état lorsqu'ils ont été chauffés un peu longuement dans ce liquide, que l'eau dont on prolonge l'ébullition présente un retard qui va en augmentant peu à peu, etc., etc.

Les causes qui tendent à éliminer l'air dissous dans l'eau ou adhérent aux solides sont l'élévation de la température et la diminution de la pression. Il est naturel de penser que la couche gazeuse, fixée à la surface des solides, tend à disparaître en raison de l'accroissement que son volume subit et que plus cet accroissement est considérable, qu'il soit provoqué par l'abaissement de la pression ou par l'augmentation de la chaleur, plus les gaz

s'éliminent complétement. — Dans un liquide que l'on chauffe jusqu'à l'ébullition en même temps que l'on diminue la pression, les gaz de son intérieur sont donc probablement chassés d'une façon d'autant plus complète que les conditions où l'on se trouve produisent un accroissement plus considérable de leur volume.

Supposons que l'air adhérent aux solides avec lesquels l'eau se trouve en contact présente un volume V sous une pression de 760^{mm} et une température de 0°. Lorsque la pression sera devenue H et la température T, ce volume sera : $V(1 + 0{,}00366.\ T)\frac{760}{H}$ en vertu des lois connues. Si l'on fait successivement T égal à 50°, 60°, 70°, etc., que l'on donne à H les valeurs correspondant à la force élastique de la vapeur aqueuse, pour ces températures-là, on verra facilement dans quelle proportion a dû s'augmenter le volume des gaz contenus dans l'eau, lorsque ce liquide entre en ébullition à ces diverses températures. — En supposant que le volume du gaz est 1 à 0° et 760^{mm}, on trouve facilement qu'il est :

1,36	pour une ébullition à	100° ;	pression :	760^{mm}
1,92	id.	90° ;	id.	525^{mm}
2,76	id.	80° ;	id.	354^{mm}
4,11	id.	70° ;	id.	233^{mm}
6,22	id.	60° ;	id.	149^{mm}
9,75	id.	50° ;	id.	92^{mm}
15,89	id.	40° ;	id.	55^{mm}

Ces chiffres montrent que l'accroissement de volume des gaz est d'autant plus considérable que l'ébullition se produit à une température plus basse. L'augmentation n'est pas très-forte lorsque l'on est encore près de 100° ; mais elle devient de plus en plus rapide à mesure que l'eau bout sous une pression plus faible et pour une ébullition

qui se proudit à 50°, par exemple, le volume des bulles d'air que contenait le liquide à l'origine a été décuplé.

Il est donc probable, d'après cela, que les gaz adhérant aux parois du vase s'éliminent d'autant plus complétement que le liquide bout à une température plus basse, et si le contact des gaz est une cause qui favorise le changement d'état, on comprend que les *retards* deviennent plus notables lorsque l'ébullition se produit à des températures plus basses. Il est même à remarquer que, dans les résultats d'expériences consignés plus haut, cet accroissement du retard est surtout frappant pour les températures d'ébullition un peu éloignées de 100° (voir surtout le tableau II), c'est-à-dire précisément dans les circonstances où l'augmentation de volume du gaz, par l'action combinée de la température et de la pression, s'accroît le plus rapidement. — On peut se figurer que sous des pressions encore plus faibles que celles des tableaux précédents, les retards deviendraient de plus en plus considérables ; l'expérience justement célèbre et si connue de M. Donny[1] peut être considérée comme réalisant cette limite extrême de l'ébullition sous une pression très-minime.

Il est d'ailleurs très-probable que l'élimination des gaz ne dépend pas uniquement des circonstances de température et de pression auxquelles ils sont soumis ; l'adhérence moléculaire avec les solides joue incontestablement son rôle ; cette adhérence dépend sans doute de la nature des corps en contact et peut-être de la forme de leurs surfaces, et ces conditions peuvent varier beaucoup

[1] *Ann. de chimie et phys.*, t. XVI, 3me série, p. 167.

d'une expérience à une autre. Il est fort possible que, dans telle expérience, des grains de poussière, par exemple, flottant dans le liquide, retiennent plus énergiquement en contact un fluide aériforme, malgré la diminution de la pression et l'élévation de la température. — C'est peut-être dans cette considération qu'on trouve la cause des irrégularités que présentent les chiffres des colonnes *D* tableau I et *E* tableau II, lorsqu'on les suit dans l'ordre des pressions décroissantes.

II

Lorsqu'on étudie l'ébullition à des températures ou à des pressions diverses, on reconnaît bientôt que l'air dissous dans le liquide joue un rôle très-important dans la production de ce phénomène. Cet air ne s'élimine que difficilement d'une manière complète et il contribue probablement, dans une assez forte mesure, à rendre plus faibles les retards de l'ébullition. Cette influence du contact des gaz demeure probablement une action toute physique, pour ceux d'entre eux au moins qui ne se combinent pas avec l'eau. Il y a toutefois un certain intérêt à rechercher si l'ébullition de l'eau présente des caractères différents lorsque ce liquide tient en dissolution d'autres gaz que l'air et lorsqu'on le chauffe sous une atmosphère qui ne renferme ni oxygène ni azote.

Pour étudier cette question, l'appareil précédemment décrit a été quelque peu modifié. Comme les expériences ont toujours été faites sous une pression égale à la pression extérieure, le manomètre a été écarté et le tube qui y aboutissait, partant du vase en tôle, a été relié avec un gazomètre dans lequel se trouvaient les gaz avec lesquels on voulait expérimenter.

Des essais ont été faits avec de l'hydrogène, de l'acide carbonique et du gaz à éclairage.

Expériences avec l'hydrogène. L'hydrogène avait été préparé par la réaction de l'acide sulfurique sur le zinc en présence de l'eau. Il s'agissait, en premier lieu, de débarrasser l'eau de la cornue le plus complétement possible de l'air renfermé en dissolution, puis de remplacer cet air par de l'hydrogène. — La communication avec le gazomètre étant fermée, on a d'abord fait le vide dans l'appareil, puis on a laissé rentrer de l'hydrogène. L'eau a été ensuite chauffée jusqu'à 100°, afin de favoriser le dégagement de l'air demeuré dissous et après le refroidissement, on a de nouveau fait le vide afin d'éliminer ce premier mélange d'air et d'hydrogène. Une nouvelle provision d'hydrogène pur est entrée dans l'appareil par le rétablissement de la communication avec le gazomètre, puis l'eau a été chauffée une seconde fois et après cela le vide a été fait de nouveau et maintenu pendant quelque temps. Un troisième courant d'hydrogène a ensuite passé du gazomètre dans l'appareil qui a été abandonné dans cet état pendant quelques jours. S'il restait encore des traces d'air en dissolution dans l'eau, ce gaz s'est sans doute dégagé, pendant cet intervalle, dans l'atmosphère d'hydrogène qui a d'ailleurs été éliminée une dernière fois et remplacée par du gaz pur provenant du gazomètre. L'eau de la cornue a été abandonnée dans cette atmosphère nouvelle et agitée de temps en temps, afin de favoriser la dissolution du gaz. Elle a été ensuite chauffée au bain-marie et examinée quant aux caractères de l'ébullition.

La communication était ouverte avec le gazomètre dont la cloche était maintenue d'une façon telle que la pres-

sion intérieure de l'appareil était égale à la pression ambiante. Le baromètre indiquait 712^{mm}; la température d'ébullition normale était donc 98°,2 d'après les tables de M. Regnault.

Le réchauffement produisit, comme pour l'air, un dégagement de bulles gazeuses bien avant le moment de l'ébullition. Ce dégagement était déjà considérable de 60 à 80°. Le thermomètre continua à monter et l'ébullition intervint vers 100°. La température se maintint de 99°,5 à 100°2, présentant ainsi un retard de 1°,3 à 2°.

Une deuxième expérience, faite dans des circonstances semblables, donna un résultat du même genre. Le retard d'ébullition varia de 1°,5 à 2°3.

Ces retards sont tout à fait du même ordre que ceux qui ont été souvent observés, avec le même vase chauffé de la même manière, dans l'air ordinaire. L'ébullition, d'ailleurs, ne présentait aucun caractère qui la distinguât d'une manière sensible de celle qui s'effectue à l'air et la présence de l'hydrogène en dissolution dans l'eau et à l'état d'atmosphère au-dessus de ce liquide ne paraît donc pas modifier son ébullition. Le coefficient de dissolution de l'hydrogène est, d'après M. Bunsen [1], 0,0194 à 23°.

Expérience avec l'acide carbonique. De l'acide carbonique, préparé par la réaction de l'acide chlorhydrique sur du marbre, a été dégagé dans le gazomètre, puis on a répété exactement les opérations indiquées ci-dessus pour l'hydrogène.

Lorsque l'eau a été chargée d'acide carbonique, on l'a chauffée afin d'observer l'ébullition. Des bulles nom-

[1] *Ann. der Chemie und Pharm.*, 1855.

breuses se dégageaient déjà vers 60° à 90°, ce dégagement était considérable et paraissait s'accompagner de vapeur d'eau ; mais le thermomètre continuait sa marche ascendante et l'ébullition intervint lorsqu'il marqua de 100° à 100°,3. Cela correspondait à un retard de 1°,9 à 2°,2 d'après la hauteur du baromètre au moment de l'expérience. Cette ébullition présentait d'ailleurs les mêmes caractères que celle qui s'effectue à l'air, et l'acide carbonique ne semble donc pas influer sur le phénomène de l'ébullition de l'eau autrement que l'air ordinaire.

Suivant M. Bunsen, le coefficient de solubilité de l'acide carbonique est 1,79 à 0°; 0,90 à 20°.

Expérience avec le gaz à éclairage. On s'est servi du gaz fourni par l'usine d'Ouchy, lequel est préparé par la distillation de la houille. L'expérience a été exécutée comme pour les corps précédents, c'est-à-dire que l'appareil a été plusieurs fois vidé, puis rempli à nouveau avec le gaz en même temps que l'eau était chauffée pour faire disparaître l'air dissous.

Après que l'eau de la cornue eut séjourné quelques jours sous une atmosphère de gaz à éclairage, on la chauffa au bain-marie. L'ébullition arriva avec les caractères qu'elle présente dans l'air et dans un premier essai, la température varia de 100°,5 à 100°,9. La pression extérieure était de 718^{mm} et l'ébullition normale, par conséquent, à 98°,4. Le retard était donc de 2°,1 à 2°,5.

Dans un second essai, la température d'ébullition varia de 100°,2 à 101°,2 ; retard : 1°,8 à 2°,8. — Dans une troisième expérience, la température varia pendant l'ébullition, de 101 à 101°,2 ; retard : 2°,6 à 2°,8.

On voit donc que les retards, avec le gaz à éclairage,

sont du même ordre que ceux qui se produisent quand l'eau bout dans l'air.

Le coefficient de solubilité du gaz à éclairage, suivant M. Bunsen, est 0,149 à 20°.

En résumé, lorsque l'eau renferme en dissolution de l'acide carbonique, du gaz à éclairage ou de l'hydrogène, et qu'on la chauffe jusqu'à l'ébullition sous une atmosphère de ces gaz-là, cette ébullition présente les mêmes caractères que dans l'air. Le retard de température qui se produit, dans un vase en verre, est du même ordre que celui qui s'observe dans des circonstances semblables lorsque l'eau est exposée à l'air; ou du moins, les différences observées avec ces différents gaz ne sont pas supérieures à celles que l'on obtient, le plus souvent, dans des expériences successives à l'air ordinaire.

DE LA
CONSTITUTION DU SOLEIL

PAR

M. EMILE GAUTIER,
colonel fédéral.

(Communiqué à la Section de physique de la Société helvétique des Sciences naturelles le 23 août 1865.)

(Suite.)

L'étude de la constitution du soleil a pris un nouvel essor dans ces derniers temps, essor dû indubitablement aux idées émises sur ce sujet, dès 1861, par M. Kirchhoff. Quoique la foi de maint astronome dans un soleil tel que nous l'a dépeint Herschel, ne fût peut-être pas très-robuste, cette théorie était virtuellement si bien acceptée de tous, que la publication des vues de l'illustre chimiste allemand a produit un ébranlement général dans la science. Les sectateurs demeurés fidèles à l'hypothèse admise travaillent de toutes leurs forces à la maintenir. D'autres astronomes, au contraire, ont reconnu quelles entorses elle fait subir à toutes les données physiques et rationnelles, et ils ont adopté tout ou partie des nouvelles idées. Beaucoup, enfin, ne se prononcent point encore sur cet objet final de leurs recherches, tout en en scrutant assidument les détails.

Nous appartenons à la seconde de ces catégories, et les immenses simplifications qu'apporte dans la théorie du soleil, son assimilation à un globe liquide incandescent, nous ont convaincu. Il reste bien assez d'inconnu dans nos études, sans vouloir l'augmenter encore de conceptions plus ou moins imaginaires. Or c'est là qu'on arrive avec la soi-disant photosphère, source de chaleur et de lumière pour nous habitants de la terre, situés à 38 millions de lieues, pour ceux d'autres planètes plus distantes encore ; mais qui laisserait obscur et « relativement froid », un globe en contact immédiat avec elle ou à peu près, idée exigeant par conséquent la suspension de toutes les lois de conductibilité, de rayonnement ou d'équilibre calorifique entre les deux corps, ainsi que l'ont si bien fait observer de savants physiciens.

L'extrême complication de l'hypothèse herschélienne n'est nullement nécessaire pour rendre compte des apparences solaires, nous croyons l'avoir démontré dans de précédents mémoires[1], et une assimilation de plus en plus complète à un alliage métallique en fusion y satisfait pour le moins aussi bien. Il est bien entendu que nous sous-entendons dans cette assimilation l'existence des scories flottant à la surface du métal en fusion, et produisant les apparences des taches.

Avec cette hypothèse, on peut fort bien admettre que les taches correspondent à des cavités apparentes situées à la surface de l'astre, lors même que l'existence de ces cavités ne nous est point encore démontrée ; tout au moins que la tache, pénombre et noyau, se trouve à un niveau inférieur à celui de la photosphère environnante. Il est très-plausible en effet de présumer que nous ne voyons

[1] *Archives*, 1863, t. XVIII, p. 209, et 1864, t. XIX, p. 265.

pas seulement la surface brillante du liquide en fusion, mais aussi les vapeurs des corps volatilisés par la haute température de sa masse. L'analyse spectrale a constaté, par exemple, la présence du zinc dans le soleil. Or, tout le monde sait que dans la fabrication du laiton, où il entre comme composant, il est vaporisé dans les limites où le cuivre se liquéfie et que la surface de l'alliage en fusion est entièrement voilée par ses émanations. L'analogue se passe, selon toute vraisemblance, dans le soleil, et répond à l'apparence que présentent ses taches vues au moyen d'instruments puissants. On ne peut méconnaître que l'observation directe donne à l'œil l'impression de matières gazeuses flottant sur les bords de la photosphère, soit qu'elle vienne à être interrompue par la pénombre d'une tache, soit qu'elle confine immédiatement à son noyau, comme cela est si souvent le cas. L'origine de cette impression se trouve dans la consistance nuageuse, cotonneuse et floconneuse qui paraît appartenir à tous les phénomènes observés sur la surface solaire et tout particulièrement aux parcelles lumineuses de toute forme dont le noyau des taches est souvent parsemé.

Il est, dès lors, tout naturel de supposer que ces vapeurs brillantes, s'élevant au-dessus de la surface du liquide en fusion, et variant d'éclat et d'intensité, contribuent à l'apparence moutonnée ou pommelée de son globe. Les solidifications partielles correspondant aux taches, pourront paraître dans un enfoncement relatif, parfois même être recouvertes par elles sur leurs contours. Toutefois, l'élévation de ces vapeurs brillantes au-dessus du niveau liquide ne paraît pas atteindre de grandes dimensions, puisque le bord du disque solaire se présente à nous nettement terminé et sans aspérités mar-

quées, même sous l'inspection des plus forts grossissements. Il se comporte, à cet égard, tout différemment de l'enveloppe rosée, qui, pendant les éclipses, fournit les protubérances. Mais ceci ne doit point constituer une objection sérieuse contre notre manière de voir. La couche d'épaisseur variable d'émanations métalliques entourant le soleil et imprégnées de poussières, de fumées ou de laves, à laquelle nous avons attribué ces phénomènes, peut exister en même temps que les vapeurs lumineuses ou les gaz en combustion dont nous parlons, et les envelopper plus ou moins complétement. Il n'y a rien que de logique à penser que les gaz, brillant sous l'influence de l'intense chaleur de la masse en fusion, se maintiennent dans son voisinage immédiat et perdent leur éclat dès qu'ils s'en éloignent. Ici encore, nous retrouvons l'analogue de ce fait dans l'atelier du fondeur de laiton, dont le zinc vaporisé s'oxyde en flocons blancs dès qu'il quitte la surface du bain d'alliage, formant ce qu'on a appelé la laine philosophique.

En considérant la surface du soleil comme parsemée de vapeurs ou de nuages lumineux, nous avons la satisfaction de nous trouver d'accord avec les vues du Père Secchi. Quoique différant totalement d'avec lui à l'égard de la solidité du noyau solaire, nous admettons volontiers que les facules, les plus brillantes des vapeurs émises par le globe incandescent, puissent faire saillie sur sa surface, et tout spécialement aux alentours des taches ou dans leur proximité immédiate, là où ces émanations pourront être d'autant plus intenses et plus vives, que leur émission sera plus gênée par le voisinage des taches. On sait que c'est dans ce voisinage qu'elles sont le plus fréquentes, et il est aisé de penser qu'elles puissent

alors présenter l'apparence d'une montagne circulaire, rappelant la forme d'un cratère lunaire, comme l'éminent astronome romain nous raconte en avoir vu récemment. Mais ici la tache est, pour nous, un durcissement ou un épaississement partiel et momentané de la matière solaire, venant faire obstacle à l'émission des vapeurs lumineuses et les contraignant à jaillir tout autour. Parfois la croûte, plus ou moins épaisse, ne peut pas leur résister. Il s'ensuit alors des ruptures se manifestant sous la forme des ponts lumineux, ou des stries qui coupent le noyau ou la pénombre des taches.

La photosphère du soleil est donc pour nous, non pas une couche de matière brillante séparée et indépendante du globe central, mais l'apparence du globe en fusion lui-même, avec les émanations gazeuses, lumineuses, qui en dérivent. Partant de cette base, il sera aisé, je pense, de se rendre compte des détails de la surface solaire, tels qu'ils nous sont dépeints par les astronomes d'Outre-Manche, et sur lesquels ils ont un peu de peine à se mettre d'accord. L'un d'eux a introduit dans la science une comparaison entre les « choses » (*things*), comme on les désigne aussi, couvrant cette surface, et des « feuilles de saule » (*willow leaves*). Mais ces feuilles de saule, paraît-il, ne sont pas si faciles à discerner. Dans une lettre récente, l'astronome royal soupçonne le Père Secchi de les confondre avec les « brins de chaume » (*thatch-straws*) d'un autre observateur, et lui-même ajoute ne les avoir jamais bien vues (*I have never seen them properly myself*). Les « lucules, » dont certains astronomes français ont composé le pommelé de la photosphère, sont assimilés par M. Stone à des « grains de riz » (*rice-grains*) et des descriptions très-soignées en ont été fai-

tes récemment à la Société royale astronomique de Londres.

De quelle nature sont ces corps lumineux composant la photosphère solaire? quel que soit d'ailleurs le nom qu'on leur donne, ce qui importe assez peu. La plupart des auteurs y voient des nuages composés de quelque substance brillante. Mais telle n'est pas l'opinion d'une autorité considérable en pareil sujet, de sir J. Herschel: « Je ne crois pas, écrit-il, que ce soient des nuages dans le sens ordinaire du mot ; je les crois composés de matière solide, stable (*permanently solid matter*), ayant cette espèce de structure fibreuse ou filamenteuse qui entraîne ses éléments, lorsqu'ils sont juxtaposés, en se poussant ou se heurtant l'un l'autre, à se réunir en flocons, comme du duvet (*flue*) dans une chambre. » Il se pose ensuite la question: « Pourquoi sont-ils, et pourquoi sont-ils seuls lumineux? » A cela il répond: « Parce qu'ils sont solides et qu'ils flottent (au niveau fixé par leur densité) dans une matière gazeuse, ou liquide transparente, ou intermédiaire (et toutefois encore transparente), d'une température immensément élevée. Par le terme intermédiaire, j'entends cet état transitoire entre gazeux et liquide, dû à une pression augmentant graduellement, comme dans les expériences de Cagniard de la Tour. Et la non-luminosité du milieu dans lequel ils flottent me paraît suffisamment expliquée, en le supposant de transparence incolore. » Il ajoute encore: « Si la surface de l'enveloppe solaire n'est pas lumineuse, cela est dû, j'imagine, à ce qu'il n'y a pas de pareille surface; la densité allant en diminuant, depuis celle qui existe au-dessous de la photosphère jusqu'à zéro, dans les régions plus élevées, où la pression est zéro. »

On voit à quels ingénieux efforts d'imagination les plus éminents auteurs doivent avoir recours, pour mettre d'accord leurs observations avec cette hypothèse si embarrassante du noyau solide. Nous pouvons ajouter que parfois leurs tentatives deviennent plus ou moins inintelligibles. Il ne s'en est produit aucune, jusqu'ici, pour rendre compte dans cette supposition du singulier phénomène étudié dans notre précédent mémoire[1]. Je veux parler de l'accélération du mouvement de rotation des taches solaires à mesure qu'elles se rapprochent de l'équateur. Il ne me paraît pas possible de faire cadrer ce fait avec l'existence d'un noyau solide, tandis qu'il devient plausible dans la nouvelle théorie. La pensée d'un océan de feu, lançant par bouffées les vapeurs brillantes de ses éléments les plus volatilisables, nous paraît également beaucoup plus apte à représenter la photosphère avec tous les détails signalés tout à l'heure. Ces détails ne sont point encore, on l'a vu, tout à fait acquis à la science. Ils sont difficiles à observer et exigent des instruments à forts grossissements.

Pendant les quelques mois où j'ai pu, l'hiver dernier, profitant de l'extrême obligeance du P. Secchi, voir le soleil avec le beau réfracteur du Collége Romain, je n'ai point su discerner les feuilles de saule, ni les grains de riz des astronomes anglais. Il ne me coûte guère d'en convenir après l'aveu, que j'ai enregistré tout à l'heure, de M. Airy. J'aurais plutôt conscience d'avoir aperçu les brins de chaume de M. Dawes, et encore cette comparaison ne me satisfait-elle pas entièrement. L'apparence des promontoires lumineux, soit sur le noyau des taches, soit sur leur pénombre, y a probablement donné

[1] *Archives*, 1864, t. XIX, p. 279 et suiv.

lieu, et elle fournit réellement l'idée de paille hâchée et emmêlée; mais il faut en même temps en supposer les brins brillants, émoussés dans toutes les directions, comme les flocons de poussière dont parle sir J. Herschel, et qui se groupent en petits amas de duvet dans les appartements, ou comme les brouillards légers qui flottent au gré du vent le long des pentes des montagnes. Aussi certaines représentations graphiques qu'on en a tentées, sont-elles, à mon avis, très-défectueuses. Toutes les parties des taches présentent ce caractère brumeux, cotonneux, et l'on n'y voit guère de contours parfaitement tranchés, que lorsque les extrêmes d'éclat et d'obscurité se trouvent juxtaposés. Au contraire, dans la pluralité des cas, les jets lumineux faisant saillie sur les surfaces foncées se fondent graduellement, donnant tout à fait l'idée de vapeurs d'une extrême ténuité.

Lorsque ces vapeurs se trouvent isolées sur une partie obscure, il n'est pas douteux qu'elles font naître l'impression de planer au-dessus du fond sur lequel elles se projettent. Nous n'avons aucune difficulté à l'admettre; mais nous en ferons davantage pour croire au mouvement descendant que certains observateurs attribuent à la photosphère tout autour de la pénombre, voyant sur les bords de celle-ci, qui pour eux constitue les parois d'un entonnoir, une cascade incessante de matière lumineuse. Ce mouvement de haut en bas nous paraît devoir être singulièrement malaisé à constater, et sans l'idée préconçue de la cavité, les mêmes apparences pourraient tout aussi bien concorder avec un mouvement en sens inverse. Or, il s'en faut que ce point de départ soit prouvé, malgré les affirmations de quelques auteurs.

Nous avons reçu tout récemment le résumé des con-

clusions de l'astronome, qui s'est voué, depuis plusieurs années, avec un zèle remarquable, à l'étude des taches et dont les travaux antérieurs ont déjà été analysés par nous ; je veux parler de M. le professeur Spœrer. Voici ce qu'il publie aujourd'hui dans le n° 1542 des *Astronomische Nachrichten :*

« Dans un mémoire que j'ai envoyé récemment à l'Académie des Sciences de Berlin, je me suis hasardé à énoncer cette proposition, formulant ma conviction déduite d'observations prolongées : « Les taches sont situées au-« dessus de surfaces lumineuses, soit au-dessus de la « région des facules. » J'y expose aussi, que par un ciel d'une pureté spéciale, je vois les pénombres se résoudre en d'innombrables petites taches obscures.

« Voici maintenant un phénomène facile à discerner. Lorsqu'une tache entourée de sa pénombre, s'approchant du bord occidental, en est éloignée d'environ 17 secondes, on aperçoit le noyau encore sensiblement plus foncé que la pénombre. Lors d'un plus grand rapprochement, l'image devient plus confuse, la pénombre paraît proportionnellement plus obscure, de telle sorte qu'à cinq secondes de distance du bord, noyau et pénombre ne peuvent se distinguer l'un de l'autre. Un partisan de la théorie des entonnoirs ne manquerait pas d'affirmer qu'alors on n'aperçoit plus du tout le noyau, qui se trouve occulté par la paroi de l'entonnoir la plus voisine de nous. Cependant une semblable explication doit être rejetée ; car j'ai constaté plusieurs fois ce phénomène sur des taches qui n'avaient de pénombre qu'à leurs extrémités nord et sud. La pénombre ne paraît, suivant moi, plus claire que le noyau, que parce que la surface lumineuse sous-jacente est visible entre les innombrables petites ta-

ches qui la composent. Ces intervalles luisants sont de plus en plus recouverts à mesure qu'ils approchent du bord du disque ; lorsqu'ils sont totalement cachés, de telle sorte qu'aucune portion de surface brillante ne soit visible, la pénombre doit paraître aussi obscure que le noyau. Les diverses nuances d'obscurité dans les noyaux viennent de ce que cette surface lumineuse brille plus ou moins au travers des différentes régions du noyau. Les noyaux qui parfois paraissent sensiblement moins obscurs qu'à l'ordinaire, se montrent, sous de forts grossissements, déchirés et coupés de minces lignes lumineuses. »

Les conceptions de notre auteur sont, on le voit, fort différentes des vues généralement admises. Elles nous montrent un des astronomes les plus versés dans l'étude du soleil taxant d'illusions les apparences dont nous parlions tout à l'heure, malgré l'impression première bien positive qu'elles produisent sur l'œil de l'observateur. Je veux parler de celle que laissent les vapeurs légères, lumineuses qui paraissent flotter au-dessus des fonds plus obscurs. L'avenir seul pourra décider où est la vérité, un avenir de travaux de plus en plus actifs. M. Spörer réclame et pressent à la fois de grands développements à apporter dans ce but aux établissements existants. Comprenant que d'incessants dessins des taches du soleil ne peuvent prendre le temps des astronomes déjà surchargés de besogne, il voudrait voir se fonder un observatoire spécial, avec au moins deux employés, vu la nécessité de saisir tous les jours et plusieurs fois par jour les apparences des taches. Lui-même donne, en attendant, l'exemple de l'assiduité, et ses nombreuses publications en font foi. Il nous annonce encore un contingent de documents tendant à démontrer que les déplacements ex-

centriques du noyau par rapport à sa pénombre ne sont ni réguliers comme on le prétend, ni dépendant du mouvement de rotation du soleil, en sorte que la base sur laquelle repose l'hypothèse des entonnoirs se trouverait renversée.

Nous comptons sur ce résultat et nous en espérons la prochaine démonstration par une autorité aussi compétente. En attendant, nous nous permettrons de faire observer, en faveur de la théorie que nous avons émise, qu'elle concilie les deux manières de concevoir les émanations lumineuses au travers et autour des taches. Si la condensation de la matière qui produit les pénombres s'opère sous une forme granuleuse, telle que la décrit M. Spörer, les interstices entre les centres de condensation peuvent laisser voir le liquide incandescent et ses vapeurs brillantes : nous l'avons déjà indiqué tout à l'heure. Mais rien n'empêche que ces vapeurs ne prennent aussi leur essor au-dessus du niveau de la substance condensée, et ne viennent produire les effets de nuages légers flottant au-dessus d'elle. Nous modifierions ainsi seulement la proposition citée tout à l'heure, en disant : « Les taches sont situées au-dessus des régions *produisant* les facules. » Jusqu'à plus ample information, telle est la manière dont nous concevons les apparences solaires après les avoir observées sous de forts grossissements. Nous n'avons d'autre prétention, en offrant ces développements à cette savante assemblée, que de faire ressortir la simplicité d'une hypothèse, qui par cette simplicité même devient philosophiquement plus probable qu'aucune autre, tout en ayant l'avantage de faire concorder l'état actuel du soleil avec la phase de liquidité généralement attribuée jadis à la terre par les géologues.

QUARANTE-NEUVIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

réunie à Genève les 21, 22 et 23 Août 1865.

I

SÉANCES GÉNÉRALES.

La session de cette année devait offrir un caractère particulier.

C'est à Genève, ou pour parler plus exactement, à Mornex, près de Genève, que la Société helvétique a été fondée, et c'est dans le lieu de son origine qu'elle venait célébrer, en 1865, la cinquantième année de son existence.

Elle l'a fait modestement, avec sérieux, comme il convient à un corps scientifique. A vrai dire cependant, un peu d'orgueil n'aurait pas été ridicule de sa part, puisque cette société, dont la forme a été imitée dans presque tous les pays civilisés, a exercé chez nous une influence considérable et a bien mérité de la science. Elle a été la première société transportant son siége tantôt dans une ville tantôt dans une autre. Son exemple a fait naître en Suisse plusieurs associations analogues pour des objets d'une autre nature et a donné l'idée des associations scientifiques allemande, anglaise, italienne,

néerlandaise, scandinave, etc., qui ont elles-mêmes suscité les congrès internationaux relatifs aux sciences morales et politiques. Rien de plus efficace que ces réunions nomades pour développer dans chaque localité le goût des choses intellectuelles, et pour créer entre les personnes qui s'occupent de recherches spéciales des relations qui contribuent ensuite à l'avancement de leurs travaux.

Des réflexions de cette nature ont influé probablement sur plusieurs de nos collègues et même sur des savants étrangers à la Suisse, car les uns et les autres sont accourus en grand nombre à Genève, et il a régné dans toutes les séances un entrain, dans toutes les réunions une cordialité, qui nous laissent de précieux souvenirs. Jamais les membres ordinaires de la société n'avaient été aussi nombreux [1] et rarement ils ont présenté un ensemble d'hommes aussi distingués comme savants et aussi estimés par leur influence au milieu de nous. A part deux ou trois exceptions regrettables, déterminées par la maladie ou par des raisons non moins majeures, nous avons eu le plaisir de voir presque tous nos vétérans et nos collaborateurs les plus actifs dans le champ de la science. A la tête nommons M. Studer, de Berne, notre savant géologue, le seul des 36 membres fondateurs qui existe encore et qui réside en Suisse [2]. Il n'avait que 21 ans en 1815 lorsqu'il fut associé, comme

[1] 294, d'après les listes publiées pendant la session, lesquelles sont, il est vrai, toujours un peu inexactes et doivent être rectifiées pour l'impression dans les *Actes*.

[2] M. Aug.-Charles Mayer, ancien professeur d'anatomie à Berne, fixé depuis longtemps à Bonn, est avec M. Bernard Studer le seul survivant.

un jeune homme plein d'avenir, à son père et aux amis de son père, les Gosse, les Wyttenbach, Huber, Marc-Auguste Pictet, Pierre Prevost, Gaspard de la Rive, Vaucher, Gaudin, etc., qui fondaient la société. Cinquante ans de travaux remarquables ont justifié cette adjonction, et c'est un bonheur pour nous d'avoir vu notre digne prédécesseur commencer un second demi-siècle avec toute la plénitude de ses facultés intellectuelles. Sans parler des savants genevois, qui naturellement étaient tous présents, MM. Escher, Desor, Ruttimeyer, pour la géologie ; MM. Clausius, Schœnbein, Hirsch, Bolley, Dufour, Mousson, pour les sciences physiques et chimiques ; MM. Valentin, Aug. Chavannes, Kœlliker, pour l'anatomie et la zoologie ; MM. Heer, Meissner, pour la botanique; les docteurs Rahn-Escher, Nicati, Recordon, De la Harpe, etc., dans l'art médical, présentaient avec bien d'autres compatriotes que nous aurons l'occasion de nommer dans cet article et dans le suivant, des garanties de bonne discussion dans toutes les branches de la science. Soixante-dix à quatre-vingts savants étrangers ont aussi assisté aux séances. Nous devons être flattés de leur nombre, puisque l'usage de notre société n'est pas d'envoyer des invitations officielles hors de la Suisse; mais ce qui nous a fait un véritable plaisir, c'est d'avoir compté parmi ces hôtes improvisés plusieurs des hommes les plus illustres de notre époque et bon nombre de ceux qui ont eu autrefois, dans leur jeunesse, ou qui ont aujourd'hui par la nature particulière de leurs travaux, des rapports intimes avec la Suisse. Les explorateurs de nos Alpes et de nos glaciers étaient représentés par MM. Tyndall, Ch. Martins, J. Ball, Frankland, Dollfuss-Ausset, Marcou, par les géologues Cotteau, Om-

boni, Capellini, Lory, Oppel, de Mortillet, etc. La météorologie, dont l'étude est si avancée en Suisse, avait attiré MM. Dove, de Berlin, et Buys-Ballot, de Hollande. On raconte même que, réunis à quelques observateurs suisses, ces deux savants ont formé, en dehors des séances, un petit congrès additionnel où l'on est tombé d'accord sur quelques détails importants pour l'uniformité des observations météorologiques en Europe. De la même manière M. Schimper, de Strasbourg, qui prépare un ouvrage général sur les végétaux fossiles, a pu s'entendre avec M. Pictet pour adopter un plan analogue à celui de sa paléontologie animale. La section de botanique a profité singulièrement de la présence de MM. de Bary, de Fribourg en Brisgau, Caruel, de Florence, et J.-A. Planchon, de Montpellier; celles de physique et chimie de MM. Eisenlohr, Fehling, H. Deville, Descloiseaux, Wiedemann, Lissajous, Müller, Persoz, et Volpicelli de Rome. Un pays bien éloigné, le Danemark, était représenté par une de ses plus grandes notabilités scientifiques, M. Steenstrup. M. Magnus, de Berlin, est arrivé à Genève malheureusement à la fin de la session, mais M. Claude Bernard, qui l'avait devancé de quelques heures, a fait une communication intéressante dans la dernière séance. Enfin deux illustres chimistes, M. Dumas, de l'Institut, et M. Wöhler, de Gottingen, ont ajouté singulièrement à l'intérêt de la réunion. Pour M. Wöhler, elle était envisagée sans doute comme une société purement scientifique; mais pour M. Dumas le voyage à Genève offrait un autre caractère. C'est dans notre cité qu'il a reçu les premières notions des sciences et publié ses premiers travaux. Il accomplissait une sorte de pèlerinage, en mémoire d'anciens amis et d'anciens maîtres, et

il l'a exprimé avec infiniment d'esprit et de cœur dans un toast auquel nous nous sommes tous associés, non sans émotion.

La première séance générale a été remplie, à peu près complétement, par le discours du président, M. de la Rive, que nous donnons plus loin, par une communication de M. Alph. de Candolle sur les effets de la température dans la germination des graines, qui paraîtra dans un des prochains numéros de notre journal, et par des réflexions variées et intéressantes de M. Henri Ste-Claire Deville sur la tendance actuelle des idées en chimie et sur la fusion qui s'opère de cette science avec la physique.

Les objets spéciaux devant trouver place dans les séances de sections, les séances générales sont destinées aux questions qui intéressent toute personne instruite ou du moins plusieurs catégories de savants. A ce double point de vue, rien n'était plus à sa place qu'une longue et intéressante communication verbale, faite dans la seconde séance par M. Claude Bernard. Le célèbre physiologiste de Paris a résumé, avec beaucoup de clarté, les expériences qu'il a commencées depuis longtemps sur l'action vénéneuse du *curare*. La manière dont ce poison détruit les propriétés du système nerveux a été exposée par lui de la manière la plus complète. Il a insisté sur ce que la mort du nerf marche dans l'effet toxique absolument comme dans la mort naturelle. Un fait nouveau a été annoncé par M. Bernard, c'est que l'alcaloïde qu'on tire du curare en est la seule partie vénéneuse. En effet, on obtient par lui tous les résultats connus du curare, tandis que les autres ingrédients si nombreux de cette substance n'ont aucune action quelconque sur les animaux.

A l'occasion du cinquantième anniversaire de la fondation, le questeur, M. Siegfried, a rédigé, en langue allemande, un travail considérable sur l'histoire de la société[1]. Le comité central en a si bien compris l'intérêt qu'il l'a fait imprimer, et on a pu le distribuer aux membres présents à Genève. Nous recommandons la lecture de ce mémoire à toutes les personnes qui veulent connaître la marche de notre société. On verra comment elle est devenue de plus en plus scientifique, sans perdre le moins du monde de l'attrait qu'elle peut offrir aux Suisses qui aiment les études et qui ne sont pas des professeurs ou des savants tout à fait spéciaux. Le nombre des membres ordinaires a commencé par être de 36 : il s'élève maintenant à environ 800. Les fondateurs résidaient dans trois cantons de la Suisse occidentale : aujourd'hui il y a des membres dans tous les cantons et pour ainsi dire dans toutes les vallées de la Suisse.

La société a eu 49 sessions dans les 50 ans, et même 50, si l'on veut compter une réunion spontanée qui eut lieu à Genève en 1859, à la place de la session ordinaire à laquelle on avait d'abord renoncé. Les sessions ont été tenues dans 24 villes ou localités différentes, savoir : Zurich (4 sessions), Winterthour (1), Berne (4), Porrentruy (1), Lucerne (2), Altorff (1), Glaris (1), Fribourg (1), Soleure (3), Bâle (3), Schaffouse (2), Trogen (1), St-Gall (3), Coire (2), Samaden (1), Aarau (3), Frauenfeld (1), Lugano (2), Lausanne (4), Sion (1), le Grand St-Bernard (1), Neuchâtel (1), Chauxdefonds (1), Genève (6). C'est une chose bien remarquable de trouver dans cette liste de très-petites villes, quelquefois des villages, et

[1] Geschichte der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. In-4°. 98 pag. Zurich 1865.

même un couvent situé d'une manière aussi extraordinaire que le St-Bernard. Rien ne prouve mieux la décentralisation des lumières qui est un trait caractéristique de la Suisse, et un gage assuré de ses progrès dans les sciences.

Le mémoire de M. Siegfried contient une table des articles scientifiques renfermés dans les *Actes* qui se publient chaque année, un aperçu historique sur les sociétés cantonales pour les sciences naturelles, et beaucoup de détails sur les objets dont la société s'est occupée. On voit en tête un portrait lithographié du fondateur, Henri-Albert Gosse ; mais nous ne pouvons faire ici l'analyse de ce travail si complet. il nous faut revenir au récit de la session de 1865.

Une partie des deux séances générales a été consacrée à la lecture de rapports des commissions permanentes. C'est en effet un des traits essentiels de la Société helvétique de faire exécuter des travaux importants en dehors des sessions, de manière à combiner les avantages d'une réunion nomade avec ceux d'une société sédentaire. La direction de la bibliothèque, dont le dépôt est à Berne, exige toujours quelque décision de l'assemblée. La publication des *Mémoires* occupe une commission spéciale assez nombreuse, et son mandat n'est pas une sinécure puisque les volumes in-4°, publiés depuis 28 ans, s'élèvent à vingt-et-un [1].

Dans ce moment six autres commissions travaillent à des objets spéciaux qui exigent des expériences ou des observations de tous les jours. Elles sont relatives à la confection d'une carte géologique de la Suisse, à des ob-

[1] Neue Denkschriften. . . Nouveaux Mémoires de la Société helvétique, etc. In-4°. Chez Georg, libraire, à Genève et à Bâle.

servations météorologiques entreprises dans un grand nombre de localités sur un plan uniforme, à la mesure d'une portion d'arc du méridien passant sur le territoire suisse, aux courants électriques terrestres, à l'hydrographie de la Suisse, enfin à la distribution de la phthisie selon la position et l'élévation des diverses parties du pays suisse. Le rapport de cette dernière commission a été renvoyé à la section de médecine. Les commissions sur la mesure du méridien et sur l'hydrographie n'étaient pas encore en mesure de rapporter. Les autres ont présenté des rapports; nous en dirons ici quelques mots.

M. Studer a exposé l'état des travaux concernant la carte géologique. En rappelant d'abord les premières tentatives faites par Keller, en 1808, et par lui-même, en 1834, pour offrir des cartes géologiques de la Suisse, sur une petite échelle, d'après les données imparfaites qu'on avait alors, M. Studer a esquissé, pour ainsi dire, à larges traits une histoire de la géologie suisse dans le siècle actuel. Arrivé à l'époque où la carte fédérale si habilement conçue et dirigée par notre illustre compatriote le général Dufour, a permis de rapporter les observations géognosiques à une base topographique bien établie, le travail des géologues a pu réaliser ce qu'on désirait. La Société helvétique, réunie spontanément à Genève en 1859, a proposé l'organisation de travaux volontaires, qui donnent déjà d'excellents résultats. Les géologues disposés à travailler dans telle ou telle partie du territoire où ils habitent reçoivent les directions de la commission, en vue de l'uniformité désirable. Ils ont d'ailleurs l'édition de 1853 de la carte de M. Studer, et bientôt ils auront une nouvelle édition de cette même carte, pour se diriger dans le dédale des recherches à faire.

MM. A. Müller et Mösch, qui ont déjà publié des cartes du Jura bâlois, argovien et schaffousois, continuent leurs recherches dans des districts voisins. Il sera aisé de tirer parti de leurs anciens travaux pour la carte définitive, de même que des travaux importants publiés déjà sur le Jura bernois et neuchâtelois par divers géologues bien connus. M. Théobald travaille avec beaucoup d'ardeur dans le canton des Grisons, qui offre un si haut intérêt géologique et était si peu connu. M. Fritsch étudie le Saint-Gothard, M. Kaufmann la feuille comprenant Aarau, Zurich et Lucerne, M. de Fellenberg le haut Valais, M. Gilliéron la région de Berne et Fribourg, M. Renevier les Alpes vaudoises, M. Jaccard le Jura occidental, M. Ischer le Simmenthal. Il règne donc une louable activité dans ces travaux où le zèle scientifique fera ce qu'on n'obtient dans beaucoup de pays que par de fortes dépenses. Le gouvernement fédéral accorde un subside annuel pour l'exécution typographique, ce qui a permis de publier un volume de texte de M. Théobald et deux feuilles de l'atlas fédéral d'après les travaux de ce savant, mais il s'accumule dans les mains de la commission des cartes déjà achevées que l'état des fonds ne permet pas de publier. En particulier, la ligne du Jura est pour ainsi dire terminée, en ce qui concerne les travaux géologiques, et il serait fort à désirer qu'on pût en avancer la publication. Quant aux régions alpines, plusieurs offrent d'immenses difficultés. « Une seule feuille de l'atlas fédéral dans la région des Alpes calcaires, dit M. Studer, peut occuper les meilleures années de la vie d'un homme. » Assurément les géologues suisses n'en seront pas effrayés. Ce qu'ils ont fait et ce qu'ils font depuis quelques années en donne la certitude.

Les observations météorologiques instituées par la Société n'entraîneront pas des travaux aussi prolongés; mais, pour le moment, ce n'est pas peu de chose d'obtenir avec régularité trois observations par jour dans 82 stations différentes, de grouper, de calculer les moyennes et de publier cet ensemble à la fin de l'année. Le rapport lu par M. le professeur Mousson est accompagné de la présentation du premier volume in-4°, comprenant les observations du 1er décembre 1863 au 1er décembre 1864. Chaque mois exige 51 ou 52 pages de tableaux numériques et environ deux pages de résumés ou explications sur des phénomènes accidentels. Des 82 stations, 76 ont envoyé des documents très-satisfaisants. C'est beaucoup si l'on réfléchit à la circonstance que les observateurs ne sont pas payés et travaillent par zèle pour la science. Ce zèle est si général en Suisse, grâce, il faut le dire, en grande partie à notre Société, que la commission reçoit continuellement des offres de coopérer aux observations météorologiques. Elle a dû les refuser dans beaucoup de cas, afin de ne pas augmenter les frais de confection ou de comparaison des instruments, et ceux, bien plus considérables, de publication. Elle n'admet de nouveaux centres d'observations que dans deux cas : 1° s'il s'agit d'une localité particulièrement intéressante; 2° si les frais pour les instruments ne tombent pas à la charge de la Société. Sous ces deux conditions la commission a accepté avec reconnaissance deux nouvelles stations proposées par deux de nos collègues : l'une chez M. Desor, à Combe-Varin, dans le Jura neuchâtelois ; l'autre par les soins et aux frais de M. Dollfuss-Ausset, sur le col de Saint-Théodule. Comme cette dernière station présente des difficultés extraordinaires et offre un grand intérêt, nous transcrirons quelques lignes du rapport :

« M. Dollfuss-Ausset, bien connu par ses nombreux travaux sur les glaciers, après avoir vainement tenté d'organiser des observations continues sur le Faulhorn, a conçu l'idée hardie de fonder pour une année entière une station sur le col de Saint-Théodule, entre Zermatt et Tourmanche. Dans ce moment on est occupé à rendre habitable la petite maison en pierre qui s'y trouve, et on y rassemble les objets nécessaires au séjour de deux personnes pendant un hiver de huit mois. Deux jeunes guides de l'Oberland, les frères Platter, se sont déclarés prêts à tenter la dangereuse entreprise. Leur tâche consistera à faire d'abord les observations aux trois époques de notre système (7^h, 1^h, 9^h), puis à faire des inscriptions bihoraires, comme elles se font au Simplon, au Saint-Bernard et à Genève. L'importance de ce projet tient surtout à la hauteur de cette station, en comparaison de toutes celles où jusqu'ici on a observé. Le col Saint-Théodule, en effet, atteint la hauteur de $3{,}300^m$ et surpasse de 900^m le Saint-Bernard ($2{,}478^m$), le plus haut point d'où l'on possède des observations annuelles. Il diffère peu du col du Géant, où de Saussure fit, en 1788, son célèbre séjour de deux semaines. Le Saint-Théodule complètera d'une manière remarquable l'échelle de stations que nous possédons dans la chaîne méridionale du Valais. Nous aurons en effet :

Saint-Théodule, à	$3{,}300^m$
Saint-Bernard	2,478
Simplon	2,008
Zermatt	1,613
Glion	688
Genève	408

« M. Dollfuss s'est chargé à lui tout seul de l'arrangement de la station; c'est à lui que reviendra le mérite de cette hardie tentative. Votre commission ne pouvant, par suite de ses ressources limitées, coopérer en rien à la réalisation d'un si remarquable projet, s'est bornée à exprimer tout l'intérêt qu'elle y prenait et à offrir l'insertion des tableaux qui en résulteraient dans les publications fédérales. »

Une commission avait été nommée l'année dernière, à Zurich, pour s'occuper de l'étude des courants électriques terrestres, sujet assez nouveau, du moins en ce qui concerne la connaissance des variations et de leurs causes. M. le professeur Louis Dufour, de Lausanne, a lu un premier rapport dont nous indiquerons les traits principaux.

Une première série d'expériences préliminaires a été effectuée en se servant du fil télégraphique direct qui relie Berne et Lausanne, sans passer par aucun bureau intermédiaire. Cette ligne a une longueur de 90,000^{m} de développement : les deux stations sont séparées par une distance rectiligne de 79,100^{m}. Malgré la bonne volonté de l'administration fédérale, les exigences du service télégraphique n'ont pas permis de faire des observations aussi nombreuses que la commission l'aurait désiré; toutefois ces premiers essais ont amené à des conclusions intéressantes. Lorsqu'une ligne est formée de plusieurs fils télégraphiques parallèles supportés par les mêmes poteaux, il se produit souvent des dérivations d'un fil à l'autre. Il peut donc arriver que des courants *télégraphiques* lancés dans les fils voisins passent en partie sur le fil d'observation qui ne devrait accuser que les courants *terrestres*. Les dérivations trop faibles pour influencer les

appareils télégraphiques sont très-sensibles au galvanomètre; elles tiennent à un défaut d'isolement des fils et nullement à la proximité des plaques de terre; elles ne se manifestent que par la pluie. Malgré cette cause de perturbation, la puissance de courants indépendants de toute influence télégraphique est parfaitement évidente. Ces courants varient d'un jour à l'autre, souvent d'un moment à l'autre, en intensité et en direction. Dans les essais qui ont été faits, ces courants circulaient plus fréquemment de Berne à Lausanne que dans la direction inverse. Leur variabilité était généralement plus grande le matin que le soir. Il serait très-utile pour ce genre de recherches d'avoir des instruments enregistreurs. Les difficultés de l'étude de ces courants rend nécessaire la continuation d'essais avant que la commission puisse proposer l'installation d'appareils définitifs. En tout cas, il serait fort désirable que la Suisse possédât un observatoire spécialement destiné à la mesure des éléments magnétiques qui sont si étroitement liés aux courants terrestres.

Les deux séances générales, des 21 et 23 août, ont été presque complétement remplies par ces rapports de commissions, par le discours du président et les communications de MM. de Candolle et Claude Bernard. On n'a pas eu le temps de lire une notice biographique de feu M. Trog par M. L. Fischer, ni les rapports de plusieurs sociétés cantonales sur leurs travaux de l'année [1]. C'est à peine si l'on a consacré une demi-heure à des objets de pure administration, et par là on peut voir combien la Société a pris une marche régulière et une tendance vraiment scientifique.

[1] Ces objets seront imprimés dans le volume in-8° des *Actes*.

On en jugera mieux encore d'après l'extrait que nous donnerons dans le prochain numéro, des séances de sections, tenues le 22 août, et les deux autres jours après ou avant les séances générales. Non-seulement il y a eu dans toutes les sections des communications nouvelles, plus ou moins importantes, mais les discussions y ont été constamment ce qu'elles doivent être : animées et courtoises, variées et sans divagations.

Le même esprit s'est manifesté en dehors des séances. Les membres de la Société et les savants étrangers ont eu de nombreuses occasions de se voir. C'était d'abord, le 20 août, jour de l'arrivée, chez le président, M. de la Rive ; ensuite, pendant la session, chaque jour, à dîner ; le lundi soir, chez M. de Candolle, vice-président, dans sa maison de campagne, au Vallon ; le mardi, à la soirée offerte par les membres genevois de la Société ; le mercredi soir, chez M. le Dr Gosse, à Mornex, et même le jeudi, car des réunions amicales, moins nombreuses, se sont prolongées chez plusieurs de nos collègues, après la session proprement dite. Nous voudrions parler du plaisir que nous avons éprouvé dans ces heures d'agréable conversation, et nous voudrions le faire en réduisant de beaucoup les éloges et les remerciements dont on nous a comblés dans plusieurs *toasts*. Le souvenir de ces manifestations cordiales, ramenées à leur juste valeur, nous est cher à cause des sentiments qui les dictaient, mais nous ne pouvons insister sur des faits non-scientifiques ; aussi ne parlerons-nous que d'une seule des réunions, parce qu'elle se liait intimement à l'histoire de la Société. — Genevois, Suisses des autres cantons et étrangers, nous avons été touchés de voir le fils et le petit-

fils du fondateur de la Société, Albert Gosse, recevoir chez eux, dans le charmant ermitage de Mornex, les successeurs des hommes qui avaient conçu, dans cet endroit même, un demi-siècle auparavant, la première société scientifique suisse et, par le fait, le premier congrès scientifique européen. Combien l'idée n'avait-elle pas grandi au delà de tout ce qu'on avait pu prévoir en 1815! Aussi avec quel empressement on regardait le pavillon primitif dans lequel, en face d'une magnifique nature et autour des bustes de Linné et de plusieurs naturalistes suisses, on avait proclamé joyeusement la fondation de la Société! Chacun s'empressait de questionner le seul témoin de cette scène qui pût en raconter les détails, et quand un rayon de soleil perçant les nuages est venu colorer admirablement les montagnes, il a semblé que l'enthousiasme dépassait peut-être celui qui avait animé les honorables fondateurs de la Société, lorsqu'il suscita le discours-prière de l'ermite de Mornex mentionné dans nos annales[1].

La prochaine réunion de la Société doit avoir lieu à Neuchâtel. Il aurait été préférable peut-être qu'après Genève ce fût dans une localité de la Suisse orientale, et un moment on avait espéré que Zug recevrait la Société. Cependant nos collègues de ce canton ayant demandé d'ajourner à une autre année, la Société a accepté avec empressement une proposition de Neuchâtel. M. Louis Coulon a été nommé président et M. Desor vice-prési-

[1] Voyez *Naturwiss. Anzeiger der schweiz. Gesellsch.*, n° 1, p. 5; *Revue des Deux Mondes*, article de M. Ch. Martins, en 1864, sur la session de Samaden et l'origine de la Société helvétique ; et le Mémoire déjà cité de M. Siegfried sur l'histoire de la Société. Le frontispice de ce dernier écrit présente une vue du pavillon de Mornex.

dent. Nous ne doutons pas que la réunion de 1866 ne réussisse parfaitement bien, le canton de Neuchâtel étant un de ceux où il y a le plus de personnes instruites, dévouées à la science, et la ville de Neuchâtel pouvant offrir soit pour des séances, soit comme objets dignes d'attention des établissements publics d'un véritable intérêt.

DISCOURS PRONONCÉ LE 21 AOUT 1865

à l'ouverture de la quarante-neuvième session de la

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A GENÈVE.

PAR

M. LE PROF. AUGUSTE DE LA RIVE

Président de cette Société.

Messieurs,

Aujourd'hui pour la quatrième fois depuis qu'elle existe, la Société helvétique des sciences naturelles se réunit dans la ville près de laquelle, il y a cinquante ans, elle prit naissance. Cette circonstance ajoute un intérêt tout particulier à la réunion de cette année, et nous rappelle d'une manière plus vivante encore que dans nos réunions ordinaires, ces hommes d'élite qui fondèrent l'association patriotique et scientifique dont nous saluons en ce jour le cinquantième anniversaire.

L'unique représentant qui nous reste de ces hommes trop tôt ravis à notre respect et à notre affection, le professeur Studer, de Berne, que nous avons le bonheur de posséder aujourd'hui au milieu de nous, vous dirait bien mieux que moi quelle ardeur noble et désintéressée pour

les travaux de la pensée animait ceux dont, malgré sa jeunesse, il fut l'ami et le collaborateur dans l'œuvre qui nous rassemble. Il vous dirait quelle vénération reconnaissante est due à leur mémoire, vénération qui de notre part leur est acquise dès longtemps.

L'idée éclose dans le Pavillon de Mornex a grandi, et la Suisse sent avec reconnaissance le prix inestimable de ces réunions périodiques auxquelles elle doit son développement scientifique, et ce qui est plus précieux encore, les relations aussi cordiales qu'utiles qui unissent maintenant chez elle tous les hommes voués à la culture des sciences.

Vous me permettrez, Messieurs, de rappeler que c'est à la Suisse qu'appartient l'idée première de ces associations scientifiques actuellement si nombreuses, et grâce auxquelles chaque année des hommes dispersés sur le sol de l'Europe ont la joie de se rencontrer et de s'entretenir ensemble de leurs préoccupations les plus chères, et de leurs occupations communes. Aujourd'hui, Messieurs, cette joie est grande pour nous qui avons l'honneur de vous recevoir, et je suis convaincu que vous la partagez avec nous, vous savants suisses, mes compatriotes, qui m'avez autorisé à parler en votre nom ; vous aussi qui êtes venus apporter à cette réunion le charme de votre esprit et le prestige de votre illustration, savants étrangers et pourtant également mes compatriotes, du moins dans l'ordre intellectuel, car la science n'a ni patrie, ni nationalité, puisque ses domaines sont l'Univers et la Pensée.

En m'appelant pour la seconde fois à l'honneur de vous présider, vous m'avez imposé, Messieurs, l'obligation d'ouvrir cette séance en attirant votre bienveillante at-

tention sur quelque sujet scientifique. Il y a vingt ans que j'avais essayé, dans une circonstance semblable, d'esquisser les progrès rapides et surprenants qu'avait faits en peu d'années l'électricité, cette science si féconde en phénomènes merveilleux et en magnifiques applications. J'aurais voulu aujourd'hui, m'élevant à un point de vue plus général, vous retracer l'histoire, sinon complète, du moins en me bornant aux traits généraux, de la grande période scientifique que l'humanité a traversée dans le demi-siècle qui s'est écoulé depuis la fondation de notre Société. Mais j'ai reculé devant la grandeur de cette tâche, et à défaut de ce tableau dont l'étendue eût dépassé mes forces et lassé votre patience, je me bornerai à vous en signaler les deux caractères principaux : une tendance à chercher des rapports entre des forces et des agents regardés jusqu'alors comme très-différents, une disposition qui va constamment en croissant à envisager le côté pratique des questions scientifiques. C'est comme deux courants bien distincts dont l'un pousse les esprits à la recherche de l'unité dans les phénomènes variés que présente l'Univers, tandis que l'autre les porte vers les applications techniques de la science.

La fin du dernier siècle et le commencement de celui-ci avaient amené une transformation remarquable dans l'étude des sciences expérimentales. Par l'effet d'une réaction contre l'esprit de système dont on avait abusé, les hommes de science n'avaient plus voulu d'autres guides que l'observation et l'expérience. Cette méthode les avait conduits à établir entre les différentes parties des sciences des distinctions bien tranchées qui faisaient de chacune un tout complet et isolé. Ainsi la lumière, la chaleur, l'électricité, le magnétisme, l'affinité chimique,

étaient considérés comme les effets d'agents distincts doués de propriétés spéciales. Ce n'est pas à nous qui en avons largement profité à méconnaître les grands résultats qu'a produits, entre les mains de tant de savants illustres, cette analyse rigoureuse et serrée des phénomènes de la nature.

Mais, à partir de 1815, une nouvelle direction est imprimée à la marche de la science : au besoin de distinguer vient se substituer celui de rapprocher. Deux faits sciencifiques sont la première manifestation de cette nouvelle tendance, et inaugurent brillamment le début de ce demi-siècle dont nous touchons aujourd'hui le terme. Je veux parler des recherches si remarquables par lesquelles Fresnel réussit à démontrer d'une manière irréfragable ce qui n'était encore que soupçonné, à savoir que la lumière n'est que le résultat d'un mouvement, et de l'importante découverte par laquelle Oersted parvint à établir la liaison entre l'électricité et le magnétisme. Ce fut là le double point de départ des nombreux travaux qui, aboutissant de nos jours à la théorie mécanique de la chaleur, ont fait découvrir entre les différentes forces physiques des rapports multipliés, et substituer dans l'idée qu'on doit se faire de leur nature, la notion de mouvements à celle d'agents distincts. Nous pouvons même entrevoir déjà le moment où elles arriveront à n'être plus considérées que comme des modifications d'une force unique et où un nouveau Laplace pourra, comme l'auteur de la Mécanique celeste l'a fait pour les phénomènes du Ciel, ramener aux lois de la simple mécanique tous les phénomènes de la nature inorganique.

Pendant que, mettant à contribution et leurs propres travaux et ceux des savants qui les ont précédés, des es-

prits préoccupés avant tout d'idées générales cherchaient à remonter aux lois de l'Univers, d'autres génies plus pratiques se livraient de leur côté avec non moins de succès aux applications techniques de la science. Vous les connaissez, Messieurs, toutes ces applications merveilleuses qu'a enfantées notre époque; vous en faites journellement usage; elles sont devenues dans notre civilisation comme une seconde nature, et elles ont fait de l'industrie une des grandes forces de l'humanité. On a beau en médire, il faut compter avec elle. Et pourquoi d'ailleurs en médire? N'est-elle pas une puissante auxiliaire du progrès humain, non-seulement parce qu'elle augmente autour d'elle le bien-être, mais surtout parce qu'en le répandant plus généralement, elle rend accessibles à un plus grand nombre les travaux de la pensée, élevant ainsi le niveau intellectuel de l'humanité tout entière. Ce ne serait donc pas seulement faire preuve d'ingratitude, mais montrer peu de portée dans l'esprit que de ne pas considérer l'industrie comme un des buts les plus élevés que puisse se proposer la science.

Et cependant, il est impossible de ne pas mettre au-dessus d'elle cette science théorique qui lui sert de base, et sans laquelle il n'y aurait pas de science appliquée. Il est vrai qu'elle n'offre pas à ceux qui la cultivent des perspectives aussi prochaines ni aussi brillantes; mais d'un autre côté elle leur ménage des jouissances encore plus pures et plus certaines, parce qu'elle satisfait à un besoin de l'esprit humain plus élevé et plus noble que la simple recherche de l'utile, la poursuite de la vérité.

C'est à nous, Messieurs, qu'il appartient surtout de revendiquer les droits de la science pure et d'en encourager la culture; c'est là l'un des principaux buts et le

mandat le plus important des sociétés savantes. La nôtre l'a-t-elle compris? Je peux hardiment dire que oui; et il me suffirait pour le prouver de vous retracer l'histoire des travaux qu'elle a accomplis depuis son origine; mais limitée même à notre Société, une exposition de ce genre n'aurait pu entrer dans le cadre de ce discours. D'ailleurs, je n'aurais pas fait autre chose que de répéter ce que renferme l'excellent ouvrage que vous apporte notre infatigable questeur, M. Siegfried. Cependant tout en me privant d'un sujet de discours, cet ouvrage me désigne en quelque sorte l'ordre de faits dont je dois vous parler si je veux rester fidèle à des traditions qui sont notre meilleure gloire. Une histoire de la science suisse, telle que M. Siegfried l'a écrite, fait ressortir avec évidence le rôle important qu'a constamment joué dans cette science l'étude des phénomènes naturels particuliers à notre terre et à son atmosphère. Comment, du reste, la météorologie et la physique terrestre n'auraient-elles pas tenu la première place et accaparé les meilleurs esprits dans la patrie des Haller et des de Saussure, dans cette région de l'Europe où la nature a réuni à toutes les magnificences qui s'imposent le plus fortement à l'admiration, les problèmes scientifiques qui surexcitent le plus vivement les intelligences. La Suisse, disait l'année dernière, à Zurich, l'un des plus éminents météorologistes modernes, M. Dove, la Suisse est la patrie de cette météorologie des montagnes inaugurée par de Saussure et par Deluc, et qui joue un rôle si important dans l'étude de la physique du globe. Notre Société avait compris de bonne heure le devoir que lui imposait cette situation exceptionnelle du pays où la Providence l'a placée; aussi s'était-elle empressée d'organiser des observations météo-

rologiques; mais c'est surtout depuis 1860 que, encouragée et aidée par le gouvernement fédéral, elle a réussi à donner à ces observations un développement et un ensemble qui en feront avec le temps un recueil de documents du plus haut intérêt pour la solution des grandes questions de la physique terrestre. A l'heure qu'il est, il n'existe pas moins de 88 stations dont la hauteur au-dessus de la mer varie de 200 à 2600 mètres, et dans lesquelles se font simultanément sur un plan uniforme de nombreuses observations météorologiques. Une commission de la Société dirige l'ensemble de ces observations dont elle surveille la publication régulière. On s'est demandé s'il ne serait pas possible d'en étendre le champ, en y joignant, par exemple, l'étude du magnétisme terrestre et de l'électricité terrestre et atmosphérique. C'est une question, Messieurs, que vous serez appelés à examiner; permettez-moi aussi de vous en soumettre une autre en mon nom personnel.

L'importance du rôle que joue dans les phénomènes astronomiques la transparence plus ou moins grande de l'atmosphère n'est ignorée de personne; il y a plus, cette transparence est elle-même un phénomène météorologique des plus curieux. Il n'est pas un habitant de nos vallées qui ne sache que l'un des présages les plus certains de la pluie, est la netteté. accompagnée d'une coloration azurée, avec laquelle on aperçoit quelquefois les montagnes éloignées. Cet aspect accuse la présence d'une grande humidité dans l'air; mais on se demande comment il se fait que cette humidité facilite la transmission de la lumière, tandis qu'elle arrête celle de la chaleur rayonnante.

Notre atmosphère, surtout dans ses couches les plus

rapprochées du sol, est, ainsi que cela résulte des belles recherches de M. Pasteur, remplie d'une foule de germes organiques, qui sont naturellement opaques, mais qui deviennent transparents en vertu de leur nature éminemment hygrométrique quand ils absorbent l'eau qui se trouve dans l'air où ils flottent. Lorsque l'atmosphère est sèche, il leur arrive en général de former comme un léger brouillard qui intercepte un peu la lumière des objets éloignés ; mais dès que survient une humidité générale et un peu forte, le brouillard disparaît, soit parce que les germes qui le formaient sont devenus transparents, soit parce que l'eau qu'ils ont absorbée les ayant rendus plus pesants, ils sont tombés sur le sol. Telle serait, suivant nous, la cause la plus fréquente de ces changements si frappants dans la transparence de l'atmosphère, qui se manifestent souvent de la manière la plus inopinée, mais qui coïncident toujours avec des variations de l'humidité. N'y aurait-il donc pas quelque intérêt à comprendre le degré plus ou moins grand de la transparence de l'atmosphère dans le nombre des éléments météorologiques soumis à une détermination régulière, et à en saisir les rapports avec la pression, la température, l'humidité et la hauteur de la couche d'air où se fait l'observation ? C'est donc là une question que je vous soumets, Messieurs, en ajoutant que, grâce à un appareil construit dans ce but d'après les conseils et sous la direction de M. le professeur Thury, et que j'aurai l'honneur de mettre sous les yeux de la section de physique, ce genre d'observation pourrait se faire avec facilité et exactitude.

La commission météorologique dont j'ai parlé il y a un instant n'est pas la seule commission à laquelle la

Société ait confié des mandats scientifiques; il en est encore plusieurs autres, et dans le nombre, l'une des plus importantes est celle qui a été chargée de diriger la confection de la carte géologique de la Suisse. La Société, en instituant la commission géologique en même temps que la commission météorologique, a compris que l'étude de la partie solide de notre globe et celle de son atmosphère présentaient un intérêt égal, et qu'il était honorable pour la Suisse de mener ces deux études de front. Elle a donc confié à cinq de ses géologues les plus distingués le soin de doter notre pays d'une carte géologique à laquelle la carte topographique dressée sous la haute direction du général Dufour doit servir de base. Les travaux qui sont déjà achevés ont obtenu les suffrages de tous les géologues; c'est là un encouragement précieux pour ceux de nos collègues qui ont accepté la tâche délicate et laborieuse que la Société leur a confiée.

Ainsi, Messieurs, la météorologie, la géologie, et je pourrais ajouter la géodésie et la physique terrestre dans son ensemble, occupent une grande place dans les travaux de notre Société. Ne m'est-il pas permis d'en conclure que je ne dois pas sortir de cet ordre d'idées dans ce qu'il me reste à vous dire, et que je ferai bien d'aborder maintenant un sujet qui y rentre et qui, en même temps, m'a paru à tous égards mériter d'être traité devant vous. Ce sujet, qui appartient à la Suisse par droit de naissance, et à tout le monde savant par droit de conquête, est la question des glaciers, question aux développements successifs de laquelle notre Société a assisté et a pour ainsi dire présidé.

Elle se présente sous deux faces différentes : sous une face physique qui n'a trait qu'à l'étude et à l'explication

des glaciers tels qu'ils existent actuellement, et sous une face géologique qui envisage le rôle que les glaciers ont dû jouer dans les phénomènes qui se sont passés sur la surface du globe. Cette seconde face de la question, il faut le reconnaître, a singulièrement agrandi l'intérêt que la première pouvait avoir, en faisant monter un phénomène spécial, remarquable sans doute à bien des égards, au rang d'un phénomène général qui caractérise la plus récente des révolutions dont notre globe a été le théâtre. Il n'est donc pas inutile que dans ce que je vais vous dire sur cette question des glaciers, j'en esquisse en peu de mots le côté géologique avant d'en aborder le côté physique, sur lequel je compte surtout insister.

Je me souviens qu'étant fort jeune encore, c'était en 1819, et voyageant avec mon père dans le Valais, nous fîmes la rencontre d'un homme qui, sous une apparence rustique, cachait un esprit d'observation aussi vif que profond. C'était Venetz. Il venait de rendre un grand service à son pays en trouvant un moyen naturel et facile de détruire à l'avenir, au fur et à mesure de sa formation, un glacier dont les blocs accumulés avaient produit, au moment de leur débâcle, un grand désastre dans le Valais. Le travail que Venetz venait d'opérer sur le glacier de Gétroz, dans la vallée de Bagnes, avait dirigé on attention sur le déplacement des glaciers en général. Je n'oublierai jamais avec quelle conviction il cherchait à nous démontrer que, dans le pays qu'il habitait, il y avait actuellement des glaciers là où jadis il n'y en avait point, et qu'il y en avait eu de très-considérables là où maintenant il n'en existe plus. C'était un horizon tout nouveau ouvert aux géologues, qui n'accueillirent d'abord

qu'avec une extrême défiance une idée qui leur semblait fort chimérique. Venetz ne se laissa point décourager par les objections, et en 1821, il lisait à notre Société un mémoire qui ne fut imprimé qu'en 1833, et dans lequel, à la suite de nombreuses et persévérantes recherches, il relatait 22 observations constatant la présence de glaciers dans des lieux où il n'y en avait pas eu de tout temps, et 35 observations qui établissaient qu'il y avait eu des glaciers là où maintenant on n'en aperçoit plus.

Un savant géologue dont la Suisse s'honorera toujours, M. de Charpentier, que sa position et son caractère bienveillant avaient rapproché de Venetz, combattit vivement à l'origine, comme contraires à tous les principes de la physique et de la géologie, les idées de son ami, qui, du reste, n'étaient pas nouvelles pour lui. Il raconte en effet que, revenant en 1815 de visiter les beaux glaciers du fond de la vallée de Bagnes et voulant se rendre au Grand Saint-Bernard, il était entré pour y passer la nuit dans le chalet d'un intelligent montagnard, grand chasseur de chamois, nommé Perraudin. La conversation durant la soirée roula sur les particularités de la contrée et principalement sur les glaciers que Perraudin avait souvent parcourus et connaissait fort bien. « Les glaciers de nos montagnes, disait ce dernier, ont eu autrefois une bien plus grande extension qu'aujourd'hui. Toute cette vallée a été occupée par un vaste glacier qui se prolongeait jusqu'à Martigny, comme le prouvent les blocs de roche qu'on trouve dans les environs de cette ville, et qui sont trop gros pour que l'eau ait pu les y amener. » Cette hypothèse parut alors à de Charpentier tellement invraisemblable, qu'il ne la prit pas même en

considération. On comprendra donc facilement l'accueil qu'il fit, au premier abord, à la thèse de Venetz d'un glacier qui aurait jadis occupé non-seulement tout le Valais, mais tout l'espace compris entre les Alpes et le Jura. Si l'hypothèse de Perraudin lui avait paru extraordinaire et invraisemblable, celle de Venetz dut lui sembler folle et extravagante. Et pourtant, après une étude longue et consciencieuse, de Charpentier arriva à admettre la théorie nouvelle qui lui avait d'abord semblé si étrange, et à la regarder comme pouvant seule expliquer une foule de faits observés dans nos vallées, et dont la science n'avait pu jusqu'alors rendre compte que d'une manière très-imparfaite. Il fit connaître, en 1834, à la Société helvétique des sciences naturelles le résultat de ses observations dans un mémoire qui parut en 1835 dans les *Annales des mines*, et publia en 1841 un ouvrage plus complet sur la matière.

Deux ans après la lecture de son premier mémoire, M. de Charpentier recevait à Bex la visite d'un jeune naturaliste connu déjà par des travaux importants, et qui dès lors a fait d'un autre continent son champ d'activité. Agassiz, convaincu que de Charpentier est dans l'erreur, va passer auprès de lui cinq mois consécutifs, se flattant, en étudiant la question sur le même terrain que lui, de le ramener à des idées plus justes. Mais la conversion que Venetz a opérée sur de Charpentier, de Charpentier l'opère à son tour sur Agassiz ; et le jeune néophyte, aussi ardent à défendre les idées de de Charpentier qu'il l'avait été à les combattre, vint faire sa profession de foi la plus explicite dans un discours qu'il prononça en 1837, en sa qualité de président de notre Société réunie à Neuchâtel. Puis plus tard, dans son ouvrage intitulé :

Études sur les glaciers, publié en 1840, il développe plus au long ce sujet qu'il n'avait fait qu'effleurer en 1837. Sans doute, l'idée mère du rôle que les glaciers ont joué dans les phénomènes géologiques, appartient avant tout à Venetz, et il est juste de revendiquer pour de Charpentier la priorité des recherches qui ont établi solidement cette théorie. Mais l'ardeur d'Agassiz, son dévouement scientifique, celui des amis, et en particulier de MM. Desor et Vogt, avec lesquels il alla s'établir sur le glacier de l'Aar, afin d'y prendre en quelque sorte la nature sur le fait, contribuèrent pour une grande part à faire avancer et à populariser la question des glaciers.

En effet, franchissant dès lors les frontières de la Suisse, elle finit, après des luttes assez vives, où figure plus d'un nom illustre en Europe, par acquérir son droit de bourgeoisie dans la science. Il nous paraît irrévocablement acquis maintenant qu'il n'est pas possible d'expliquer autrement que par l'existence de grands glaciers qui ont rempli jadis les vallées, le transport de ces masses rocheuses désignées sous le nom de blocs erratiques, qu'on trouve jusqu'à 1200 et même 1400 mètres de hauteur sur les flancs des montagnes qui bordent les plaines de la Suisse. Ces masses boueuses, remplies de cailloux striés qui ont jusqu'à 30 mètres d'épaisseur, et ces entassements prodigieux de graviers stratifiés et roulés, s'expliquent aussi très-facilement dans la supposition d'une ancienne extension des glaciers ; car ce ne sont plus que des phénomènes analogues, seulement ayant eu lieu sur une plus grande échelle, à ceux que produisent de nos jours les glaciers actuels. N'en peut-on pas dire autant des stries qu'on observe sur des roches que ces glaciers n'ont pu atteindre, et des traces nombreuses de

moraines, qui existent dans des vallées comme celle du Rhône, à de grandes distances de ces mêmes glaciers ? Ces effets n'accusent-ils pas aussi la présence momentanée d'anciens glaciers qui les ont produits, et qui ont maintenant disparu ?

Mais si, au point de vue géologique, on est conduit à admettre qu'il y a eu une extension considérable des glaciers à une époque déjà reculée, on peut se demander si cette extension est compatible avec les conditions climatériques de notre globe. Pour répondre à cette question, il faut avant tout savoir ce que c'est qu'un glacier et comment il se forme, c'est-à-dire aborder ce que j'ai appelé la face physique de la question.

Vous savez, Messieurs, que les notions qui semblent les plus simples quand l'esprit s'y est accoutumé, sont souvent celles qui soulèvent le plus d'objections quand on cherche à les établir pour la première fois. Ainsi on fut longtemps avant de voir dans les glaciers de nos Alpes autre chose que des amas de glace où les plus grands fleuves de l'Europe prennent leur source. Ce ne fut pas sans soulever bien des contradictions que les savants, qui les premiers explorèrent nos montagnes, établirent que les glaciers se meuvent d'un mouvement lent, mais continu, entraînant à leur surface les blocs qui y tombent des sommités voisines, et qui devinrent les premiers jalons pour observer ce mouvement même. L'étude de ce mouvement, de la manière dont il varie d'une saison à l'autre, d'un glacier à l'autre, et aussi d'un point à l'autre d'un même glacier, tel fut l'objet des travaux des nombreux et illustres savants qui s'engagèrent dans la voie ouverte par de Saussure ; travaux qui ont fini par aboutir à une théorie qui n'est devenue complétement satisfaisante que très-récemment.

Un glacier est un fleuve, c'est-à-dire qu'il contribue pour sa part au mouvement de l'élément le plus important de la surface de la terre, à savoir de l'eau. Ce mouvement, cette circulation perpétuelle sans laquelle les continents se dessécheraient et la vie disparaîtrait de la terre, a pour origine la chaleur qui élève les vapeurs de l'Océan, et pour force motrice la pesanteur qui fait retomber ces vapeurs, une fois condensées, sur la surface de l'écorce terrestre pour les ramener de là dans le réservoir d'où elles sont sorties. Mais dans les hautes et froides régions de l'atmosphère, les vapeurs passent immédiatement de l'état gazeux à l'état solide, et conservent cet état quand les couches d'air que traverse la neige et le sol sur lequel elle tombe, ont une température suffisamment basse. Or, l'eau à l'état solide n'obéit pas, comme à l'état liquide, à la pesanteur en reprenant immédiatement son niveau. Elle s'accumule comme le ferait tout autre corps solide, et il semble que l'eau qui s'est ainsi condensée sous forme de neige ou de glace, est destinée à rester à jamais sous cette forme, et que c'est autant de perdu pour la circulation. Il n'en est rien cependant, et ce sont les glaciers qui ont pour fonction de rendre à l'Océan ces particules d'eau qui, pour en être restées éloignées plus longtemps, ne reviennent pas moins s'y engloutir un jour.

Mais si un glacier est un fleuve, c'est un fleuve dont le courant est d'une lenteur extraordinaire. Vous savez, Messieurs, que lorsqu'on plante un jalon sur un glacier, on le retrouve après une année plus bas d'environ 150 à 300 pieds, selon qu'il a été planté plus près des bords et plus près de la ligne médiane. La rapidité du mouvement dépend, comme on pouvait s'y attendre, de la profon-

deur du glacier et de l'inclinaison de son lit ; car, de même qu'un fleuve, le glacier en se resserrant coule avec plus de vitesse, et se ralentit au contraire en s'élargissant. Il faut, en effet, que l'augmentation de la vitesse supplée à la diminution de la section pour que la masse écoulée soit la même sur tout le parcours du glacier comme sur celui du fleuve. Du reste, entre l'écoulement de l'eau et celui de la glace, l'analogie, on peut dire l'identité, est complète : même augmentation de rapidité lorsque le lit se rétrécit, même diminution quand il s'élargit, même accroissement de vitesse quand on s'approche de la ligne médiane, même décroissement de vitesse quand on considère des couches de plus en plus profondes et par conséquent plus rapprochées du sol sur lequel le frottement s'opère. Ainsi, non-seulement il y a pour un glacier une ligne de plus grande vitesse, située comme dans un fleuve à la surface et au milieu, mais cette ligne subit comme celle du fleuve des inflexions qui la rapprochent toujours du bord concave du glacier quand celui-ci décrit une courbe. Et de même encore qu'en tournant un obstacle, l'eau d'un fleuve forme un remous et s'élève à quelque distance de l'obstacle au-dessus de son niveau, la glace s'entasse en entourant de loin les pointes de rochers qui entravent quelquefois le cours des glaciers.

Ainsi, on peut le dire, la glace coule dans un glacier, mais avec quelle lenteur surprenante ! On ne trouverait pas dans la nature un autre exemple d'un mouvement aussi lent parmi ceux qui sont dus à l'action directe de la pesanteur, ni aucune substance solide autre que la glace qui pût s'y prêter. Les courants de boue ou de lave, quoique lents, ne sont pas comparables, sous ce

rapport, à ce courant dont la vitesse échappe complétement à l'observation directe, et n'en fait pas moins descendre d'un mouvement régulier les masses glacées du haut des Alpes jusque dans les vallées. N'est-il pas bien remarquable que la glace, par des propriétés spéciales et qui lui appartiennent exclusivement, se prête à un genre de mouvement qui probablement est le seul assez lent pour déverser d'une manière continue, sans les épuiser entièrement, le trop plein des réservoirs de neige amoncelés sur les dômes et les plateaux des hautes montagnes, et pour descendre elle-même dans les vallées cultivées à la rencontre de la végétation, sans y produire des cataclysmes périodiques, mais au contraire en donnant naissance à ces rivières que la chaleur de l'été fait grossir et qui vont porter dans la plaine la fraîcheur et la fertilité. Admirable combinaison des forces de la nature, qu'une intelligence supérieure a pu seule coordonner en vue du but à atteindre, et qui n'est elle-même qu'un faible échantillon des transformations aussi grandioses qu'innombrables qui s'accomplissent dans ce laboratoire de la nature dont Dieu seul est le Maître, mais dont il permet à l'homme d'entrevoir les mystères !

L'aspect des glaciers n'est point, comme on pourrait peut-être le croire d'après ce que j'ai dit, celui de fleuves simplement gelés à la surface. Quand on descend de ces plateaux élevés où s'accumule la neige qui leur donne naissance et qui forme ces *névés*, véritables réservoirs auxquels ils viennent se rattacher, on observe, en suivant le cours de l'un d'eux, une transformation curieuse qui se fait par degrés insensibles. La neige fine et sèche des sommets devient d'abord une masse compacte demi-neige, demi-glace, puis plus bas se trouve transformée en

glace, quelquefois pure et transparente, d'autres fois opaque, blanchâtre et pleine de bulles d'air. La surface même du glacier est couverte de pics de glaces hérissés entre lesquels se trouvent de profondes crevasses ; une surface unie est l'exception; elle ne se présente guère que dans la partie médiane d'un glacier dont le lit garde une inclinaison uniforme. Partout ailleurs, soit sur les bords d'un glacier qui chemine dans une vallée dont la pente est régulière, soit aussi dans la partie centrale d'un glacier qui passe par-dessus une arête ou dont le lit présente deux plans successifs, l'un plus incliné que l'autre, la surface glacée est entrecoupée de fissures dont la direction peut paraître variable au premier coup d'œil, mais obéit cependant à des lois régulières. En effet, les crevasses *marginales*, c'est-à-dire celles qui sont sur les bords, ont une direction qui les fait remonter vers l'origine du glacier en faisant un angle d'environ 45° avec le bord lui-même, et les crevasses *médianes*, c'est-à-dire celles de la partie centrale, sont perpendiculaires à l'axe même du glacier. Lorsqu'il arrive que des crevasses d'espèces différentes se rejoignent, il en résulte de grandes courbes découpées dans le glacier, qui tournent toutes leur convexité vers le haut de la vallée et sembleraient indiquer que le glacier remonte vers sa source.

Si je voulais faire une description complète d'un glacier, je devrais vous parler des moraines qui l'accompagnent, des bandes de boues qui se distribuent sur sa surface en courbes régulières, des puits qui s'y forment et où se précipitent des ruisseaux entiers ; mais tous ces détails nous mèneraient trop loin. Je me bornerait à attirer encore votre attention sur un point important, la structure même de la glace. La glace présente une *struc-*

ture veinée, et c'est dans la partie du glacier qui se trouve à égale distance de son sommet et de ses bords que cette structure est la mieux caractérisée. Elle consiste en ce que dans la masse générale, qui est blanchâtre et remplie de bulles d'air provenant de la neige des névés, on distingue des lames de glace plus bleues et d'où ces bulles ont disparu. Quoique cette structure n'apparaisse pas partout avec la même netteté et ne se montre dans toute sa beauté que contre les parois des crevasses, on peut dire qu'elle n'en constitue pas moins un phénomène général. Car c'est à cette structure veinée qu'il faut attribuer certaines apparences, telles que l'inégalité de fonte du glacier sous l'influence des agents atmosphériques et des rayons solaires, qui produit des stries dans lesquelles se logent le sable et la boue que charrient les eaux à la surface de la glace.

Tel est, Messieurs, dans son ensemble le phénomène des glaciers; il reste maintenant à l'expliquer, et pour cela à consulter l'observation pour en tirer ce qui constitue le caractère fondamental du phénomène. Or, l'observation nous apprend que la force motrice est la pesanteur, et que cette force agit sur un sorps solide, qui est la glace, pour lui donner un mouvement lent et continu. Que conclure de là? Que la glace est un corps solide, qui jouit de la propriété de s'écouler comme un corps visqueux; conclusion qui nous paraît bien simple, et qui pourtant n'a été énoncée pour la première fois, qu'il y a vingt-cinq ans à peine, par un des savants les plus distingués de l'Écosse, M. James Forbes. Cette théorie, car c'en est bien une véritablement, pose en principe, en se basant sur des faits incontestables aussi nombreux que bien observés, que la glace jouit des propriétés ca-

ractéristiques qui appartiennent aux corps plastiques. Quoiqu'il ne l'ait pas démontré directement, M. Forbes n'en a pas moins eu le grand mérite de poser la plasticité de la glace comme nécessaire, avant que Faraday, en découvrant le phénomène du regel, eût permis à Tyndall de prouver que cette plasticité est réelle, du moins partiellement.

L'expérience de Faraday est classique dans le sujet qui nous occupe. Elle consiste, vous le savez, en ce que si l'on met en contact dans de l'eau, même au besoin un peu chaude, deux morceaux de glace, ils se soudent l'un à l'autre de manière à n'en former plus qu'un seul. Tyndall saisit bien vite l'application de l'expérience de Faraday à la théorie des glaciers. Il comprit que puisque la glace peut se ressouder à elle-même, on pourra la briser, puis, la mettant dans un moule, comprimer la masse, et lui faire prendre la forme de la cavité qui la contient. Un moule en bois renferme une cavité sphérique ; on y met des fragments de glace, on presse, et on obtient une sphère de glace ; cette sphère est placée dans un second moule, à cavité lenticulaire ; on la transforme par la pression en lentille; on peut ainsi donner à la glace n'importe quelle forme.

Telle est la découverte de Tyndall ; on peut bien l'appeler ainsi, surtout en vue de ses conséquences, car tous ces moules agrandis vont devenir les bords de la vallée dans laquelle s'écoule un glacier, et la pression de la presse hydraulique qui a servi aux expériences du laboratoire, va être remplacée par le poids des masses de neige et de glace accumulées sur les sommets et exerçant leur pression sur la glace qui descend dans la vallée. En effet, supposons que, entre le moule sphérique et le moule

lenticulaire, on ait une série de moules différant très-peu chacun de celui qui le précède et de celui qui le suit, et qu'on fasse passer une masse de glace successivement par tous ces moules, le phénomène deviendra continu ; et au lieu de briser la glace, on la fera passer, par degrés insensibles, de la forme sphérique à la forme lenticulaire ; la glace sera ainsi devenue aussi plastique que pourrait l'être de la cire molle. Mais la glace n'est plastique que sous la *pression*, elle ne l'est pas sous la *tension*, et c'est là le point important que la théorie vague de la plasticité ne pouvait pas préciser. Tandis qu'un corps visqueux, tel que le bitume ou le miel, s'étire en filaments sous l'action d'une tension, la glace, au contraire, loin de s'allonger, se brise comme du verre sous cette action.

Ces points bien établis par Tyndall, il lui devenait facile d'expliquer le mécanisme du mouvement des glaciers et de montrer, en s'aidant des travaux d'un géomètre anglais, M. Hopkins, comment la direction des crevasses d'un glacier est la conséquence nécessaire de son mouvement. Imaginons une ligne perpendiculaire au bord d'un glacier et qui en joint deux points, un point situé sur le bord même, et un autre à une certaine distance de ce bord, mais pas très-grande ; suivons maintenant ces deux points dans leur mouvement lorsque le glacier s'avance. Nous avons dit que la vitesse d'écoulement augmente à mesure qu'on va du bord vers le milieu du glacier, de sorte que, au bout d'un certain temps, le point situé à une certaine distance du bord aura descendu plus bas que le point situé sur le bord même ; par conséquent, la ligne qui joint ces deux points sera devenue plus longue, et si c'est une corde extensible, cette corde se sera allongée. Mais en réalité, les deux

points sont joints l'un à l'autre par la glace qui est éminemment inextensible : en conséquence, la corde hypothétique, au lieu de s'allonger, se brisera, et il se formera une crevasse. La direction de cette crevasse devra être perpendiculaire à celle de la tension, qui est elle-même dirigée suivant la ligne qui joint les deux points ; elle sera par conséquent inclinée d'un angle de 45° environ vers le haut.

Si des bords du glacier nous passons à la partie centrale, nous trouvons que la vitesse d'écoulement y étant sensiblement constante, les masses glacées conservent leur position relative, et les crevasses deviennent plus rares. Mais lorsque la glace, après avoir cheminé sur un plan d'une certaine inclinaison, arrive sur un plan qui est plus incliné que le précédent, la pression reste bien la même sur le fond, tandis que la surface, cédant à l'action de la tension croissante, s'ouvre comme les plis d'un éventail. Il en résulte l'une de ces cascades de glace comme on en voit dans la plupart des glaciers ; et lorsque le phénomène est moins prononcé, l'arête qui sépare les deux plans donne naissance à une série de grandes crevasses transversales et médianes.

Nous avons vu que la pression force les fragments de glace qu'elle met en contact, à se souder les uns aux autres ; elle transforme de même en glace compacte la neige qui n'est qu'un amas de particules glacées. L'expérience en a été faite par Tyndall, qui a donné à la neige, sous l'action de la pression, les divers degrés de compacité qu'on observe dans la masse d'un glacier, quand on descend du névé vers sa base. Mais peut-on expliquer de même la structure veinée dont nous avons parlé et qu'il ne faut point confondre avec la stratification? La

stratification, en effet, qu'on observe surtout près de l'origine du glacier, provient uniquement de la superposition des couches annuelles de neige, et donne lieu à des bandes horizontales lorsque la masse glacée n'a pas subi de dislocations dans sa marche. Ce qui montre qu'elle est tout autre chose que la structure veinée, c'est qu'elle existe simultanément avec elle dans les mêmes masses, seulement dans des directions différentes. En analysant les cas où l'on trouve cette structure, on arrive à reconnaître qu'elle ne se rencontre que lorsqu'il y a une pression beaucoup plus considérable dans un certain sens que dans les autres ; on constate de plus que le plan des lames de glace bleue est perpendiculaire à la direction de la pression la plus forte. C'est donc bien à la pression qu'il faut attribuer la structure veinée, et, en preuve de cette explication, Tyndall a montré qu'en soumettant un prisme de glace à des pressions très-considérables, on voit se former dans l'intérieur de la masse des surfaces translucides perpendiculaires à la direction de la pression. Le même phénomène doit donc avoir lieu dans les glaciers sous la pression énorme qui agit surtout en certains points de la masse pour la faire mouvoir, et lui donner cette plasticité apparente qui n'est qu'une suite de brisures et de regels. Des lames d'eau se forment dans cette opération, l'air des globules qui se trouvent dans cette partie de la masse est expulsé, puis, quand la pression diminue par le fait de l'écoulement d'une partie de l'eau, la portion qui reste forme par le regel les lames de glace bleue. Certainement cette explication rend compte d'une manière satisfaisante de l'existence des veines, de leur direction par rapport à l'axe de pression maximum, et de leur position dans la masse du

glacier. Mais peut-être y a-t-il encore quelque chose d'inexpliqué dans le fait même de la formation de ces lames de glace bleue, et surtout de leur discontinuité qui est le caractère essentiel de ce phénomène.

Nous en avons dit assez pour faire comprendre que, malgré encore quelques légères difficultés de détail, la théorie physique des glaciers, telle qu'elle résulte des nombreux et importants travaux que nous venons de rappeler, peut être regardée comme complétement satisfaisante. C'est un service signalé que les géologues ont rendu aux physiciens, que de ramener leur attention sur un phénomène que ceux-ci se contentaient d'admirer comme tout le monde, sans chercher à l'expliquer, et que de les obliger à l'analyser et à en faire la théorie. Mais les géologues demandent plus aux physiciens : ils leur demandent d'expliquer comment il a pu se faire qu'à une certaine époque ces mêmes glaciers, si restreints maintenant, aient eu une extension énorme et aient recouvert une grande partie de la surface de la terre. Quoique le physicien ait le droit de se retrancher dans une fin de non recevoir, son mandat étant d'expliquer, s'il le peut, et c'est déjà beaucoup, ce qui est, et non pas ce qui a pu être, cependant il ne peut méconnaître que la question qu'on lui adresse est plus ou moins de son ressort, puisqu'elle est intimement liée à la théorie qu'il donne des glaciers actuels.

Un glacier est un fleuve de glace, dit-il, mais il ajoute que ce fleuve s'alimente par les neiges qui tombent sur les sommités où il prend naissance, et qu'il se termine en eau par l'effet de la fusion qu'il éprouve le long de son cours en arrivant dans les vallées. Son étendue doit donc dépendre du rapport qui existe entre son alimenta-

tion et sa fusion; mais cette alimentation et cette fusion sont rarement égales; c'est ce qui fait que les glaciers tantôt avancent, tantôt reculent. Or la question est de savoir si, à une certaine époque, l'alimentation a pu surpasser la fusion dans un rapport assez considérable pour produire la grande extension dont nous avons parlé. A l'époque actuelle, ce n'est point à un changement dans la température moyenne du globe que les oscillations des glaciers doivent être attribuées, mais uniquement à la plus ou moins grande quantité de précipitations aqueuses qui ont lieu dans l'année. Ces précipitations se faisant sous forme de neige sur les hautes montagnes, ont le double effet, d'une part d'alimenter les glaciers, et d'autre part d'en diminuer la fusion en refroidissant l'atmosphère jusqu'au fond des vallées où ils aboutissent. Il en résulte que plus elles sont abondantes plus les glaciers avancent, et que lorsqu'elles viennent à diminuer les glaciers reculent. Ainsi, la génération à laquelle j'appartiens a pu voir qu'il a suffi de quelques étés pluvieux alternant avec des hivers abondants en neige, pour déterminer en 1818 un accroissement des glaciers tellement prodigieux, que les habitants de certaines vallées en étaient venus à craindre l'envahissement par les glaces de leurs demeures et de leurs champs. La série d'années comparativement sèches que nous venons de parcourir a, par contre, fait reculer les glaciers autant et plus qu'ils n'avaient jamais avancé. Ne peut-on pas conclure de ces oscillations remarquables dont nous sommes témoins, la possibilité physique d'une extension ancienne des glaciers telle que les géologues ont été conduits à l'admettre, sans être obligé de recourir à un changement dans la température climatérique?

Au lieu de trois ou quatre années humides consécutives, comme celles qui ont précédé 1818, qu'on en suppose quelques centaines, sans même avoir besoin d'aller jusqu'à mille, et il sera facile de prouver par un simple calcul, l'existence de glaciers aussi étendus que ceux qu'exigent les besoins de la géologie.

Reportons-nous maintenant à l'époque du dernier cataclysme qui a accidenté la surface de notre hémisphère boréal; l'atmosphère était alors chargée d'abondantes vapeurs aqueuses, et ces vapeurs, dès que de hautes montagnes ont paru, se sont naturellement précipitées en neige sur leurs sommets. De là la prodigieuse extension des glaciers qui a produit ce que les géologues appellent la période glaciaire. Mais cette période a elle-même graduellement disparu par suite d'une diminution dans l'humidité générale de l'atmosphère; et les glaciers actuels ne sont plus que les restes modestes de ces grands glaciers dont l'existence est attestée par les traces qu'ils ont laissées, et par les oscillations mêmes de ceux qui ont survécu.

Il ne reste donc plus qu'à expliquer pourquoi, à la suite des derniers soulèvements qui ont augmenté notablement la proportion de terre ferme sur la surface du globe, la quantité de vapeurs aqueuses répandues dans l'atmosphère a dû nécessairement éprouver une diminution lente et graduelle, il est vrai, mais en même temps très-prononcée. Plusieurs causes ont concouru à produire ce résultat, et sans entrer dans beaucoup de détails, nous pouvons indiquer dans le nombre les changements de configuration de la surface de la terre qui, en divers lieux, ont eu pour effet de remplacer l'eau par la terre ferme; tels, par exemple, que le soulèvement d'une

partie de l'Afrique qui a converti en un désert aride d'où provient un vent chaud et sec, une mer d'où partait un vent chaud également, mais très-humide. Nous pouvons également faire entrer en ligne de compte la naissance et le prodigieux développement de la végétation sur les terrains récemment soulevés, qui a nécessairement absorbé, sans la rendre à l'atmosphère, une proportion d'eau énorme. Si l'on songe que le bois, même à l'état sec, renferme les éléments de l'eau en quantité telle qu'ils constituent environ la moitié de son poids, on peut se représenter l'absorption considérable d'eau que dut opérer la végétation, lorsqu'au bout d'un certain temps les forêts eurent commencé à recouvrir la surface du sol. On a été jusqu'à attribuer cette diminution de l'humidité à un abaissement de la température des mers tropicales, et même à un léger affaiblissement de la chaleur solaire, circonstances de nature à diminuer l'évaporation des mers, et par conséquent la quantité de vapeurs répandues dans l'atmosphère. Loin donc de regarder la période glaciaire comme due à une température moyenne du globe, plus basse que la température actuelle, plusieurs physiciens seraient, on le voit, plutôt disposés à l'attribuer à une température moyenne plus élevée qui aurait déterminé la présence dans l'atmosphère d'une plus grande proportion de vapeur aqueuse; opinion qui serait beaucoup plus conforme à toutes les données de la science sur l'état ancien du globe. Je suis toutefois disposé à croire qu'il n'est point absolument nécessaire de recourir à des influences de ce genre, pour expliquer l'existence d'une période glaciaire consécutive à l'apparition sur notre terre des plus hautes montagnes. Humidité considérable de l'atmosphère, apparition de hautes

montagnes recevant sous forme de neige les précipitations aqueuses provenant de cette humidité; telles sont, suivant moi, les conditions qui ont suffi pour déterminer la présence momentanée de ces grands glaciers qui ont sillonné jadis la surface de notre terre.

Messieurs,

Il y a cinquante ans que notre Société a été fondée; il y a cinquante ans que, par une coïncidence assez curieuse, avait lieu la conversation que j'ai rapportée de Perraudin avec de Charpentier, conversation dans laquelle fut soulevée pour la première fois la question des glaciers en géologie. Pouvais-je donc mieux inaugurer cette session dans laquelle nous célébrons le cinquantième anniversaire de notre Société, qu'en vous entretenant d'une question qui est née en quelque sorte avec la Société et qui, avec elle et comme elle, a fait son chemin dans le monde. Puis, l'avouerai-je, je me suis laissé séduire par un sujet qui, me sortant quelques instants de l'enceinte du laboratoire, me mettait en face de cette belle nature et de ces scènes majestueuses qui élèvent l'âme et la rafraîchissent par les souvenirs de jeunesse qu'elles réveillent, et au milieu desquelles l'on aime à se reporter par l'imagination quand l'âge est venu qui en interdit l'accès. Vous me pardonnerez, Messieurs, en faveur de cette dernière considération, les développements auxquels je me suis laissé entraîner. Mais, maintenant j'ai fini, et il ne me reste plus qu'à déclarer ouverte la 49me session de la Société helvétique des sciences naturelles.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

Delesse et Laugel. Revue de Géologie pour les années 1862 et 1863. Tome III, 8°. Paris, 1865.

Nous avons déjà annoncé[1] aux lecteurs des *Archives* le second volume de cette utile publication. MM. Delesse et Laugel ont continué à se tenir au niveau de la tâche ingrate et difficile qu'ils se sont imposée ; ils ont apporté tous les soins désirables pour que ce recueil soit aussi complet que possible, et pour que l'analyse des mémoires soit à la fois succincte, fidèle et méthodique.

Ainsi que ces deux géologues distingués le disent avec raison dans leur préface, ce volume est en progrès sur les deux précédents, et son intérêt est encore augmenté par l'analyse de diverses observations géologiques inédites, en particulier de celles de plusieurs ingénieurs sur les mines de combustible et surtout sur les gîtes métallifères. M. Delesse y a également inséré quelques recherches nouvelles sur les roches.

Un ouvrage de cette nature n'est pas susceptible d'analyse ; nous nous bornerons donc à indiquer les principales divisions qui continuent le plan adopté dans le 2e volume. La première partie contient, sous le titre de *Préliminaires*, une analyse des ouvrages généraux de géologie, des reliefs et des cartes géologiques, et elle contient de nombreux détails sur les *Phénomènes actuels*. La deuxième partie s'occupe plus spécialement des *Roches* et de la

[1] *Bibliothèque universelle*, *Archives*, nouvelle série, tome XVIII, p. 288, novembre 1863.

Géogénie. La troisième réunit les documents relatifs aux *Terrains* stratifiés et à leurs faunes, comprenant ainsi la *Paléontologie.* La quatrième enfin est consacrée à l'analyse des descriptions géologiques locales, et elle est naturellement subdivisée dans un ordre géographique.

Nous recommandons en toute confiance ce livre aux géologues et aux paléontologistes, car il leur économisera beaucoup de temps, s'ils veulent se tenir au courant des progrès de la science. Nous ne pouvons, en terminant, que renouveler nos vœux pour sa continuation, et témoigner, pour notre part, notre reconnaissance à ses auteurs.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Prof. Victor Hensen. Ueber das Auge.... Sur l'œil de quelques Céphalopodes. (*Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, XV, 1861, p. 155-242, avec 10 planches.)

L'œil des Céphalopodes, bien qu'il ait fait l'objet de recherches multipliées et scrupuleuses, est loin d'être suffisamment connu. Cela est si vrai qu'il n'est guère facile d'établir ses homologies avec l'œil des vertébrés. Les limites de l'œil proprement dit chez les Céphalopodes peuvent, en effet, comme le remarque M. Hensen, être comprises de deux manières bien différentes. Un ganglion nerveux d'un volume considérable est enveloppé par une partie des membranes de l'œil. Le considère-t-on comme faisant partie de l'œil, on ne peut ramener celui-ci au type des vertébrés que par l'hypothèse suivante : Il faut supposer que dans l'œil du vertébré le nerf optique se renfle en un gros ganglion immédiatement derrière la choroïde. Par suite, la sclérotique, entraînant avec elle la cornée, se dilate et finit par se détacher entièrement de la choroïde pour s'appliquer contre la paroi de l'orbite et se souder à elle. Le bulbe, limité par la choroïde et l'iris, se trouve donc suspendu dans un espace qu'on pourrait comparer à la chambre

antérieure de l'œil, très-développée en arrière, tout autour du bulbe. Toutefois cette comparaison ne saurait être poussée à l'extrême sans se heurter à des contradictions insurmontables. C'est ainsi que les muscles moteurs du bulbe, au lieu d'être placés à l'extérieur de la sclérotique, sont fixés d'une part à l'intérieur de la sclérotique et d'autre part à la choroïde. La choroïde est en outre de structure fort complexe, dure et peu vasculaire, et mérite par conséquent peu son nom.

Mais si nous comparons le bulbe *seul* des Céphalopodes à l'œil du vertébré, nous rencontrons des difficultés tout aussi graves. La cornée fait alors défaut, et pourtant il existe en avant du cristallin une membrane diaphane qui en remplit les fonctions et qui en présente, jusqu'à un certain point, la structure. En outre, la choroïde manque ; car si l'on voulait paralléliser avec elle les tuniques argentées, à cause de leur nature vasculaire, on verrait se dresser un obstacle morphologique insurmontable, à savoir l'existence d'une membrane cartilagineuse (sclérotique?) entre cette prétendue choroïde et la rétine.

On le voit, toutes ces difficultés anatomiques, en dépit d'analogies incontestables, ont le droit de stimuler l'ardeur des naturalistes et le superbe travail de M. Hensen est digne d'attirer l'attention. Il n'a point réussi, il est vrai, à montrer que l'une de ces deux manières d'envisager l'œil des Céphalopodes soit beaucoup plus légitime que l'autre. Mais peut-être ne sont-elles légitimes ni l'une ni l'autre et ne réussira-t-on jamais à établir d'homologies complètes entre les yeux des mollusques et les yeux des vertébrés. Les uns et les autres, en tant qu'organes servant à la perception d'images, doivent être nécessairement des chambres obscures, et cette circonstance entraîne forcément une certaine communauté d'organisation entre eux, sans qu'ils soient construits sur un plan identique. Mais étouffons pour le moment ce doute afin de rendre compte impartialement des recherches et des vues de M. Hensen.

La capsule de l'œil, que nous avons comparée plus haut à une sclérotique dilatée et soudée à l'orbite, offre en réalité une struc-

ture plus complexe. A partir du bord orbital elle se divise en deux lamelles, dont l'interne s'attache à l'équateur du bulbe pour aller recouvrir toute la surface antérieure de celui-ci, tandis que l'externe seule forme la capsule proprement dite. La première peut donc être appelée lame viscérale, la seconde lame pariétale. La lame pariétale est formée simplement d'une membrane musculaire revêtue en dedans d'un épithélium pavimenteux; en dehors elle touche au tissu connectif sous-cutané. La partie de cette lame opposée au cristallin devient transparente et remplit les fonctions de cornée. Sur le pourtour de cette place transparente, la peau s'élève à une ou plusieurs places en manière de replis palpébraux. On sait qu'il existe sous ces paupières, au moins chez beaucoup de Céphalopodes acétabulifères, une ouverture donnant à l'eau de mer accès dans la capsule. Depuis Cuvier, la plupart des auteurs ont complétement dénié aux Céphalopodes toute espèce de cornée. Pour eux l'épithélium qui tapisse l'intérieur de la capsule est la conjonctive. M. Hensen combat cette opinion. Il trouve en effet à la place transparente une structure rappelant celle de la cornée des vertébrés. D'ailleurs, remarque-t-il, si la conjonctive pénétrait dans l'intérieur de la capsule, elle devrait revêtir non-seulement la face antérieure de l'iris, mais encore tout l'espace comparable à la chambre postérieure de l'œil des vertébrés, en particulier la face antérieure du cristallin. Or jamais conjonctive n'offrit de disposition semblable.

La lame viscérale de la capsule est formée de la tunique argentée externe et d'une membrane musculaire, développée surtout en arrière. La première de ces membranes, examinée par tous les observateurs depuis Swammerdam, doit son éclat, selon M. Hensen, à une multitude de petites plaques homogènes, incolores et irrégulièrement courbées. Soit la minceur de ces plaques, soit leur mode de courbure et de superposition, président à la réflexion métallique de la lumière. Heinrich Müller considérait ces plaques comme des cellules modifiées. Mais cette opinion ne paraît pas suffisamment fondée.

Les membranes du bulbe sont la tunique argentée interne, tout à fait semblable à l'externe, la membrane cartilagineuse et enfin la rétine. L'iris même a sa couche de cartilage comme le reste du bulbe, cependant ce cartilage est distinct. C'est un anneau résistant servant de point d'attache aux fibres musculaires de l'iris. Il existe aussi à l'équateur du bulbe un anneau cartilagineux distinct de la capsule cartilagineuse du fond de l'œil. La structure de ce cartilage équatorial est fort remarquable. Les grandes cellules non étoilées qui le composent sont cimentées les unes aux autres par une substance intercellulaire peu abondante, susceptible de se dissoudre dans une solution aqueuse de 32 °/₀ de potasse caustique. Un fort grossissement permet alors de reconnaître que la paroi de ces cellules est criblée d'une multitude de petits pores. C'est le premier exemple de cellules poreuses dans les cartilages, similitude peu désirée de quelques-uns peut-être entre la cellule animale et la cellule végétale. La capsule cartilagineuse du fond de l'œil offre une structure différente. Elle présente un tissu identique à celui du cartilage de l'orbite. Cette capsule est percée, comme l'on sait, d'un grand nombre d'ouvertures pour le passage des branches nerveuses naissant du ganglion optique.

Les rapports de l'enveloppe cartilagineuse et des muscles sont fort curieux chez les Céphalopodes, et ne permettent point les mouvements si connus de l'œil des vertébrés. La position du bulbe, relativement au ganglion, est telle que ce bulbe ne peut guère se mouvoir. En outre, le cristallin est solidement lié au cartilage équatorial à l'aide d'un corps ciliaire. Le principal muscle de l'œil s'attache à la partie antérieure de ce cartilage annulaire et fait dévier par sa contraction l'axe optique en avant. Or précisément à la place correspondante, la tunique cartilagineuse du bulbe s'amincit beaucoup, ou disparaît même complétement, de sorte que si la tension intraoculaire n'est pas très-forte, le cristallin seul avec le cartilage équatorial se déplace vers l'avant de l'animal, tandis que la tunique cartilagineuse se plisse et que la

masse du bulbe reste immobile. Le cristallin se déplacerait donc horizontalement devant la rétine. A l'appui de cette théorie si inattendue, M. Hensen relève l'existence d'une tache jaune de la rétine, non pas centrale, mais latérale, de telle sorte que les rayons ne peuvent tomber sur elle qu'à la condition d'un déplacement du cristallin vers l'avant de l'animal. Quelque ingénieuse que soit cette théorie, elle ne pourra trouver de crédit que si elle est confirmée par des observations sur le jeu des muscles de l'œil chez les Céphalopodes vivants. Espérons qu'elle provoquera ces observations.

Chacun sait que le cristallin des Céphalopodes est composé de deux moitiés distinctes, placées l'une derrière l'autre comme deux lentilles combinées : dans le sillon qui les sépare sur tout le pourtour vient s'insérer le corps ciliaire. Cette disposition si singulière a provoqué de nombreuses recherches. M. Hensen confirme en particulier les résultats obtenus par Huschke et par Heinrich Müller, tout en les étendant.

Le corps ciliaire est formé de deux moitiés comme le cristallin lui-même. Chacune d'elles se compose d'une membrane de tissu connectif formant le ligament proprement dit du cristallin et pénétrant par conséquent jusqu'au fond du sillon qui sépare les deux moitiés du cristallin. La membrane est recouverte d'une couche de cellules, morphologiquement comparables à des cellules épithéliales, mais bien différentes d'un épithélium dans leur apparence. La plupart sont en effet piriformes, reposant sur la membrane par leur extrémité large. L'autre extrémité se prolonge en un processus fibrillaire fort long, qui donne au premier abord au corps ciliaire une apparence fibreuse. Toutes ces fibres tendent vers la surface qu'un petit nombre seulement finissent par atteindre. Là leur extrémité s'élargit en une palette aplatie, et toutes ces petites palettes juxtaposées forment une espèce de pseudo-épithélium. La surface se trouve donc très-efficacement protégée par un épithélium, bien que n'en possédant à proprement parler aucun. Les autres fibres, c'est-à-dire

celles qui n'atteignent pas la surface du corps ciliaire, se prolongent jusqu'au cristallin. Celles de la partie antérieure du corps ciliaire passent au cristallin antérieur, celles de la partie postérieure au cristallin postérieur. Le cristallin dans son entier est formé uniquement par le prolongement de ces fibres qui se réunissent pour former de larges lames homogènes. C'est là une disposition et une structure bien différentes de ce qu'on observe chez les vertébrés. Aussi M. Hensen voudrait-il échanger chez les Céphalopodes le nom de *corps ciliaire* contre celui de *corps épithélial.*

Passons enfin à la partie essentielle de l'œil, la rétine. On sait que dans cette membrane nerveuse les éléments se succèdent dans un ordre inverse de celui que présentent tous les vertébrés. Le pigment et la couche de bâtonnets forment la surface *interne* de la rétine, tandis que les fibres nerveuses en forment la couche *externe.* Aussi l'œil des Céphalopodes est-il dépourvu de papille du nerf optique. La couche de bâtonnets étant fortement imprégnée de pigment, on l'a considérée autrefois comme une simple membrane pigmentaire. Il devenait par suite impossible de comprendre comment la lumière pouvait agir sur les éléments nerveux au travers de cet écran. Treviranus fut le premier à reconnaître que des bâtonnets nerveux étaient dissimulés entre les granules du pigment. A proprement parler, leur observation est simplement rendue difficile par le pigment, mais ils ne sont pas noyés dans la matière colorante, puisque, d'après M. Hensen, le pigment serait contenu dans leur intérieur [1]. Il est impossible, sans le secours de figures, d'analyser d'une manière suffisante la structure extraordinaire-

[1] A l'intérieur du moins des bâtonnets, dans le sens donné jusqu'ici à ce mot. Toutefois ces organes, qui n'ont point la forme de cylindre, mais celle de bandelettes aplaties, ont eux-mêmes, d'après M. Hensen, une structure complexe. Ils seraient formés chacun par deux bandelettes comprenant entre elles une couche de pigment. Le pigment serait donc bien compris entre les derniers éléments nerveux, et la rétine des Céphalopodes rappellerait celle des yeux composés des crustacés.

ment complexe de cette rétine étudiée avec tant de soin par M. Hensen. Nous relèverons seulement ici un détail auquel l'auteur accorde une grande importance théorique.

M. Hensen pense avoir pu s'assurer que chaque bâtonnet est relié au moins à deux fibres nerveuses différentes. Ce serait là, selon lui, un premier pas dans la connaissance du mécanisme anatomique de la perception des couleurs. Il accepte, en effet, l'hypothèse de Young, patronée récemment par M. Helmholtz, d'après laquelle il existerait chez l'œil humain normal au moins trois sortes de terminaisons nerveuses pour la perception des couleurs, et dans l'œil des daltoniens, privés de la perception du rouge, au moins deux. Il n'y a rien d'invraisemblable à admettre au moins ce dernier cas pour les Céphalopodes. Or, supposé que les rayons verts produisent dans un bâtonnet des modifications autres que les rayons violets, par exemple, il se pourra que l'une des fibres nerveuses unies à ce bâtonnet conduise ces modifications plus énergiquement que l'autre et inversement. Voilà donc une condition anatomique de différences dans la perception des couleurs toute trouvée. Il est clair, malheureusement que cette ingénieuse hypothèse est condamnée à rester toujours à l'état d'hypothèse.

Bien que notre analyse soit trop brève pour tenir compte de quelques différences observées par M. Hensen entre les divers Céphalopodes dibranches observés par lui, nous devons signaler la forme extraordinaire de l'organe de la vue chez les Céphalopodes tétrabranches, c'est-à-dire les nautiles. MM. Owen, Valenciennes et van der Hoeven ont tous signalé ou observé l'absence de milieux réfringents dans les yeux de ces mollusques. M. Hensen, qui a pu comme ces savants étudier les yeux de nautiles conservés dans l'alcool, arrive à la même conclusion. L'œil, moins gros, il est vrai, que celui des dibranches, mais plus gros que celui des gastéropodes, est une chambre obscure, vraisemblablement remplie d'eau de mer pendant la vie. Les enveloppes de l'œil sont plus simples que chez les dibranches, car il n'existe

qu'une capsule de tissu connectif recouverte d'épithélium à l'extérieur, sans trace de tunique, ni cartilagineuse, ni argentée. Le ganglion optique fait également défaut. A la surface externe du bulbe, on voit courir un sillon recouvert d'un épithélium vibratile depuis le bord pupillaire jusqu'à une certaine distance où il se termine à une petite ouverture. Ce petit sillon serait destiné, selon M. Hensen, à amener continuellement un courant d'eau sur la pupille et la maintenir nette.Le pédoncule de l'œil renferme aussi un canal cilié. Tout cela est trop exceptionnel et trop extraordinaire pour qu'il ne soit pas nécessaire, avant de prononcer en dernière instance, d'attendre l'occasion d'étudier des individus nombreux et en bon état. Une observation remarquable faite par M. Hensen sur l'œil des nautiles, savoir le passage d'un épithélium normal à la couche de bâtonnets de la rétine demanderait à être confirmée sur d'autres animaux.

M. Hensen termine son beau travail par une étude comparée des yeux des autres classes de mollusques, y compris les yeux distribués en grand nombre sur le bord du manteau de certains lamellibranches. Ici surtout il est évident qu'on ne saurait établir d'homologies spéciales entre les différents yeux en question. La seule explication fournie jusqu'ici des homologies est la parenté généalogique des espèces, en d'autres termes, la dérivation des espèces les unes des autres, par voie de sélection naturelle, par exemple. Or il est bien difficile d'admettre que les yeux du Pecten et ceux du Céphalopode soient le résultat de la modification d'un même organe primordial. Il nous semble que les ressemblances s'expliquent plus ici par l'identité des fonctions que par la communauté d'origine, et quant aux différences, elles sont toutes naturelles dans cette manière de voir. Mais c'est là un point dont M. Hensen n'a pas abordé la discussion.

Quoi qu'il en soit, il est bien frappant que tous les mollusques, à l'exception des Pectens, présentent, relativement aux vertébrés, ce même renversement dans l'ordre des éléments de la rétine déjà signalé pour les Céphalopodes. Ce renversement se retrouve

du reste chez d'autres vertébrés. Les bâtonnets étant, selon toute vraisemblance, les organes percepteurs, la disposition ordinaire chez les invertébrés est en quelque sorte, comme le remarque M. Hensen, supérieure à la disposition qu'affecte la rétine des vertébrés. En effet, chez ces derniers les rayons lumineux doivent traverser les différentes couches de la rétine, insensibles à la lumière, pour atteindre les éléments percepteurs. De là la projection d'ombres et des phénomènes de fluorescence, de là aussi l'existence d'une tache aveugle. En revanche, les yeux des vertébrés offrent de meilleures conditions pour la nutrition des bâtonnets, grâce à l'application de ceux-ci contre le tissu vasculaire de la choroïde. Les Pectens, qui offrent comme les vertébrés les bâtonnets en arrière, ne jouissent pas de cet avantage par suite de l'absence d'une choroïde vasculaire. Il est vrai que d'autre part leurs yeux sont dépourvus de tache aveugle [1].

Prof. CLAUS. UEBER DIE ORGANISATION, etc..... SUR L'ORGANISATION DES CYPRIDINES. (*Zeitschrift f. wiss. Zool.*, t. XV, 1865, p. 145.)

Pendant un séjour à Messine, M. le prof. Claus dirigea son attention sur les petits crustacés qui fourmillent dans les eaux de la mer. Il fut frappé, en particulier, par un petit Ostracode du genre Cypridine, chez lequel il reconnut, déjà à un faible grossissement du microscope, un œil accessoire impair en outre du

[1] Les yeux des Pectens reçoivent chacun deux nerfs optiques, mais dont aucun ne perce le fond de l'œil. L'un d'eux, comme M. Hensen s'en est assuré, se divise en une multitude de branches qui embrassent le globe de l'œil comme des méridiens et le percent en une foule de points à l'équateur. L'autre nerf contourne également l'œil jusqu'à l'équateur sans se diviser et perce l'enveloppe de l'œil en un point. C'est ainsi que l'existence d'une tache aveugle au fond de l'œil se trouve évitée. Une conformation aussi exceptionnelle nous paraît parler toujours davantage contre toute homologie réelle entre les yeux des acéphales et ceux des vertébrés.

gros œil composé pair, et un cœur animé de pulsations régulières. Cette dernière découverte avait lieu de le surprendre, puisque chez les deux autres familles d'Ostracodes, les Cypris et les Cythères, le cœur fait entièrement défaut. Un examen plus attentif de ces crustacés enseigna, du reste, bientôt que les Cypridines diffèrent bien plus des autres Ostracodes que les Cypris et les Cythères entre elles.

Le fait qu'un organe aussi important que le cœur puisse, chez des animaux aussi proches parents les uns des autres, tantôt exister, tantôt faire défaut, est surprenant, sans doute, mais point inouï. Il est, en effet, démontré aujourd'hui que les Copépodes, si bien étudiés par de nombreux observateurs depuis quelques années, sont dans ce cas. M. Claus lui-même a en effet démontré que si les familles des Cyclopides, des Harpactides et des Corycaeides sont toujours dépourvues de cœur, les familles voisines des Pontellides et des Calanides en sont toujours munies. D'ailleurs, M. Claus n'est point seul à avoir vu le cœur des Cypridines. M. Fritz Müller en a également fait mention dans un ouvrage récent (*Für Darwin*, Leipzig, 1864).

Les seuls organes visuels jusqu'ici connus chez les Cypridines étaient les yeux pairs, chez lesquels M. Lilljeborg a constaté une complication d'organisation très-semblable à celle des yeux des Cladocères, bien que ceux-ci soient fondus en une seule masse, de manière à former comme un œil impair. Cependant, les traces d'une division primordiale en deux moitiés, chez les Sida, les Lycœus, les Esthéries, permettent d'établir sans hésitation l'homologie de cet œil, en apparence unique, des Cladocères, avec l'œil pair des Cypridines. Une homologie de plus se présente tout naturellement lorsque nous trouvons chez les Cypridines, en outre des gros yeux composés, un petit œil simple, médian, tout à fait semblable à celui qui existe, en outre de l'œil composé, chez les Daphnies, parmi les Cladocères.

Les Cypridines présentent d'autres particularités dignes d'être relevées. D'une manière générale des Ostracodes sont caracté-

risés par le petit nombre des appendices, puisqu'il n'existe que deux ou, au plus, trois paires d'appendices locomoteurs en arrière des gigantesques maxilles. Chez les Cypridines, cette réduction atteint son maximum. En effet, la dernière paire de pieds disparaît complétement et les autres sont transformées en organes de mastication. En revanche, les mandibules sont transformées en appendices locomoteurs. Les antennes servant aussi à la locomotion, on voit que pendant toute leur vie les Cypridines emploient les trois paires antérieures d'appendices comme organes locomoteurs. Or, c'est ce qui a lieu chez tous les entomostracés pendant la phase de Nauplius. C'est donc un nouvel argument à ajouter à ceux présentés par M. Fritz Müller en faveur de la dérivation de tous les crustacés de la forme de Nauplius.

BOTANIQUE.

R. Caspary. Remarques sur l'étui protecteur et la formation de la tige de la racine (*Jahrb. für wissensch. Bot.* 4, 1864).

Dans des écrits précédents, M. Caspary (*Priengsh. Iahrb.* 1858, I, 442) a fait connaître une couche de cellules très-serrées, placées sur un seul rang d'épaisseur et qui existe dans les tiges, les racines et les feuilles dont elle enveloppe et protége le système vasculaire. Il lui a donné le nom d'étui protecteur, bien que dans certains cas, chez les Berberis en particulier, cette couche se rompe pendant l'accroissement des rameaux et ne serve guère par conséquent à protéger les organes qu'elle enveloppe. En décrivant cet étui protecteur, M. Caspary avait signalé sur les parois latérales de ses cellules des taches ou rayures plus sombres qu'il pensait être formées par de très-petits pores. Aujourd'hui il maintient l'existence de ces rayures ou taches, mais il s'est convaincu qu'elles sont dues à des plissements des parois des cellules et non à des pores. Il a observé ces plissements dans l'étui pro-

tecteur des *Ficaria ranunculoïdes* Roth, *Elodea canadensis* Mîch, *Brasena peltata*, Peret et *Charlwoodia rubra* Planch, et il en donne plusieurs figures. Dans les cas où les cellules de l'étui protecteur s'épaississent, les plissements disparaissent peu à peu et M. Caspary attribue ce changement à l'allongement des parois des cellules, allongement dont il s'est convaincu par des mesures directes.

Comme plusieurs auteurs (en particulier M. Karsten) ont considéré cet étui protecteur comme un reste liquéfié de la couche de cambium qui a produit les autres parties de la tige, M. Caspary combat cette opinion. Il se prononce aussi ouvertement contre l'opinion qui fait dériver toutes les parties de la tige d'une seule et même couche de cambium existant dans le bourgeon terminal. Suivant lui, le bourgeon terminal tout entier est formé de cambium et renferme déjà en place les cellules-mères de toutes les espèces de tissus qui formeront plus tard les diverses parties de la tige.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AOUT 1865.

Le 2, quelques coups de tonnerre de 1 h. à 1 h. 10 m.

6, faible halo solaire entre 1 h. et 2 h.

10, halo solaire de 7 h. à 8 h. du matin ; on voit en même temps les deux parhélies sur le halo et un arc d'environ 30° du cercle circumzénithal ; plus tard, dans l'après-midi, on voit encore à plusieurs reprises, mais faiblement, un halo solaire.

13, quelques coups de tonnerre entre 2 h. et 2 h, 20 m. Depuis 7 h. 15 m. du soir, pendant toute la soirée, éclairs et tonnerres.

15. rosée le matin,

20 et 21, rosée le matin.

23, éclairs et tonnerres de 1 h. 30 m. à 3 h : l'orage suit la direction du NO. au SE., et atteint sa plus grande intensité de 2 h. 25 m. à 2 h. 45 m. . il est tombé en ce moment $9^{mm},2$ dans un intervalle de 20 minutes.

24. faible halo solaire à plusieurs reprises dans la journée.

25, rosée le matin ; de 8 h. à 8 h. 15 m. on voit le halo ordinaire et les deux parhélies. Depuis 4 h. de l'après-midi jusqu'au 26, à 9 h. du matin, a eu lieu une succession d'orages, dont 4 ont éclaté avant minuit et 4 après minuit, et qui tous venaient du SO. ou de l'Ouest pour se diriger vers le NE. ou l'Est. La plus grande intensité des décharges électriques pour ces différents orages a eu lieu successivement : le 25 à 4 h. 30 m. de l'après-midi ; à 6 h. ; à 8 h. 15 m. ; à 10 h. 6 m. ; le 26, à 3 h, du matin ; à 7 h. 15 m. ; à 7 h. 50 m. ; à 8 h. 45 m.

27, brouillard le matin de bonne heure jusqu'à 9 h.

28, id. jusqu'à 11 h.

29, rosée le matin ; vers 8 h. du soir quelques coups de tonnerre ; éclairs toute la soirée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 5, à 10 h. matin ...	730,91	Le 9, à 6 h. soir	723,56
13, à 2 h soir. ...	728,82	16, à 8 h. matin. .	725,29
17, à 10 h. soir	730,26	23, à 1 h. 3/4 soir...	718,28
27, à 8 h. matin...	734,25	29, à 6 h. matin...	726,24

GENEVE. — AOUT 1865.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Ecart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h	Tension de la vap. Ecart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minimum.	Fract. de saturation. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim.	millim.	o	o	o	o	mm	mm					mm				o		pouces
1	724,11	— 3,94	+18,60	+0,01	+16,5	+23,6	10,41	—0,34	675	— 12	490	820	0,7	2	SSO. 1	0,71	18,5	0,0	69,2
2	725,56	— 2,49	+16,65	—1,91	+14,3	+23,6	10,52	—0,22	766	+ 78	540	850	3,2	3	SSO. 1	0,77	16,3	— 2,3	69,5
3	725,16	— 2,89	+15,98	—2,55	+13,1	+20,0	7,98	—2,76	618	— 71	410	760	1,4	4	SSO. 2	0,71	13,9	— 4,7	70,0
4	728,28	+ 0,23	+12,07	—6,42	+11,1	+16,7	7,49	—3,24	735	+ 45	510	810	3,5	5	SSO. 1	0,82	13,4	— 5,2	70,0
5	730,58	+ 2,53	+14,15	—4,30	+ 9,9	+19,2	7,29	—3,43	636	— 55	420	870	. . .	. .	NNE. 1	0,50	11,4	— 7,2	69,3
6	729,40	+ 1,36	+14,61	—3,80	+ 6,8	+20,7	7,25	—3,46	614	— 78	340	930	. . .	. .	N. 1	0,30	. . .	. . . . .	68,5
7	728,33	+ 0,30	+16,61	—1,75	+ 9,3	+22,7	8,10	—2,60	595	— 98	410	890	. . .	. .	variable	0,53	17,4	— 1,3	68,0
8	727,17	— 0,85	+17,54	—0,77	+13,8	+23,0	9,51	—1,18	663	— 32	420	830	3,6	4	variable	0,47	17,3	— 1,4	67,5
9	724,99	— 3,01	+16,60	—1,66	+ 9,3	+22,5	9,05	—1,63	665	— 32	390	950	. . .	. .	N. 1	0,06	17,8	— 0,9	66,8
10	725,12	— 2,88	+18,27	+0,07	+11,3	+24,9	12,21	+1,54	782	+ 84	580	920	. .	. .	variable	0,69	18,0	— 0,7	66,2
11	724,45	— 3,54	+18,16	+0,02	+13,7	+22,9	13,24	+2,58	857	+157	660	960	4,7	6	NNO. 1	0,93	18,7	0,0	65,5
12	727,20	— 0,78	+20,35	+2,27	+17,4	+25,6	14,53	+3,88	837	+135	560	960	. .	. .	N. 1	0,41	18,8	+ 0,1	65,0
13	728,11	+ 0,15	+18,19	+0,17	+16,0	+24,4	12,45	+1,82	830	+126	550	990	30,7	11	variable	0,73	. . .	. . . .	64,5
14	727,27	— 0,67	+16,88	—1,07	+14,6	+21,8	10,82	+0,21	778	+ 72	510	920	. . .	. .	variable	0,78	18,8	+ 0,1	66,0
15	727,40	— 0,52	+17,92	+0,04	+11,2	+24,2	10,63	+0,03	699	— 9	480	920	. . .	. .	SSO. 1	0,71	18,6	— 0,1	65,7
16	726,00	— 1,90	+17,12	—0,69	+15,5	+21,2	11,98	+1,40	839	+129	740	870	7,0	8	O. 1	0,94	18,1	— 0,6	65,7
17	729,37	+ 1,49	+16,86	—0,88	+13,6	+21,7	8,51	—2,05	630	— 82	400	860	. .	. .	SO. 1	0,51	16,8	— 1,9	65,8
18	728,87	+ 1,01	+16,96	—0,70	+ 9,9	+22,8	9,30	—1,24	659	— 55	460	900	. . .	. .	SO. 2	0,68	14,3	— 4,4	66,2
19	726,19	— 1,65	+17,76	+0,18	+14,5	+23,3	11,68	+1,12	795	+ 79	520	950	40,3	10	S. 1	0,58	13,8	— 4,9	66,3
20	725,52	— 2,30	+18,77	+1,27	+12,4	+25,2	12,06	+1,56	755	+ 37	510	920	. . .	. .	SSO. 1	0,59	. . .	. . . . .	66,0
21	724,71	— 3,09	+20,49	+3,08	+16,3	+25,9	11,76	+1,28	684	— 38	430	890	. . .	. .	SO. 1	0,58	16,8	— 1,8	65,5
22	721,90	— 5,87	+19,33	+2,01	+15,9	+24,2	13,28	+2,82	812	+ 90	560	920	1,3	3	variable	0,97	17,1	— 1,5	65,5
23	720,79	— 6,96	+18,73	+1,50	+16,5	+25,0	12,97	+2,53	819	+ 94	600	970	15,8	6	SSO. 1	0,89	17,8	— 0,8	65,5
24	725,26	— 2,46	+18,11	+0,97	+14,4	+23,9	11,15	+0,74	738	+ 10	450	870	. . .	. .	SO. 1	0,72	18,6	+ 0,1	65,5
25	726,49	— 1,21	+17,35	+0,30	+14,7	+21,7	12,74	+2,35	877	+147	620	980	4,9	1	variable	0,80	18,9	+ 0,4	65,5
26	732,20	+ 4,53	+17,88	+0,93	+16,0	+21,2	14,34	+3,98	949	+216	830	970	1,6	3	variable	0,91	19,0	+ 0,6	66,0
27	733,28	+ 5,63	+18,68	+1,83	+15,1	+23,8	14,40	+4,07	905	+170	640	1000	. . .	. .	N. 1	0,37	. . .	. . . .	67,0
28	729,67	+ 2,05	+19,73	+2,98	+14,6	+26,3	15,24	+4,94	888	+150	690	1000	. . .	. .	N. 1	0,21	19,6	+ 1,2	67,7
29	727,34	— 0,25	+19,20	+2,55	+14,6	+25,0	11,90	+1,63	740	— 1	540	930	10,0	4	S. 2	0,73	19,0	+ 0,6	68,0
30	728,80	+ 1,24	+15,86	—0,68	+11,7	+21,0	11,12	+0,88	835	+ 92	590	980	0,1	1	N. 2	0,88	19,2	+ 0,9	70,5
31	730,38	+ 2,85	+15,26	—1,17	+14,0	+18,8	8,38	—1,83	678	— 68	550	730	. . .	. .	NNE. 3	0,67	18,7	+ 0,4	73,0

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1865

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	726,69	727,03	727,02	726,84	726,86	726,53	726,36	726,78	727,08
2e »	727,16	727,28	727,31	727,01	726,76	726,55	726,44	726,96	727,22
3e »	727,22	727,60	727,62	727,29	726,89	726,95	727,10	727,62	727,91
Mois	727,03	727,31	727,33	727,06	726,84	726,68	726,65	727,14	727,42
Température.									
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade	+12,78	+15,79	+18,16	+19,02	+19,45	+19,73	+18,97	+16,28	+14,53
2e »	+14,86	+17,10	+19,36	+20,71	+21,49	+21,70	+20,36	+18,14	+16,60
3e »	+15,96	+17,66	+19,54	+21,40	+22,47	+21,33	+19,64	+17,88	+16,78
Mois	+14,58	+16,88	+19,04	+20,41	+21,18	+20,93	+19,65	+17,45	+15,99
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	9,12	9,52	9,35	8,74	8,84	8,64	8,80	9,36	9,53
2e »	11,33	11,62	12,12	11,56	11,47	11,56	11,40	11,74	11,99
3e »	12,10	12,55	12,87	12,72	12,52	12,08	12,83	13,04	12,68
Mois	10,89	11,27	11,49	11,06	10,99	10,80	11,07	11,43	11,44
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade,	829	705	597	528	531	505	539	667	768
2e »	892	801	725	634	611	611	641	748	848
3e »	898	835	756	671	615	640	751	852	885
Mois	874	782	695	613	586	587	647	759	835

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		o	mm	p.
1re décade,	+11,54	+21,69	0,56	+16,00	12,4	68,50
2e »	+13,88	+23,31	0,69	+17,24	82,7	65,67
3e »	+14,89	+23,35	0,70	+18,47	33,7	67,25
Mois	+13,48	+22,80	0,65	+17,28	128,8	67,14

Dans ce mois, l'air a été calme 4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,72 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 80°,8 O. et son intensité est égale à 19 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AOUT 1865.

Le 1er, la neige a entièrement disparu à la Grand-Combe.
3, le matin, les environs de l'hospice étaient couverts de neige fraiche.
13, un coup de tonnerre à 7 h. du soir au SE.
25, éclairs et 2 coups de tonnerres.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1, à 2 h. soir....	566,79	Le 4, à 6 h. matin..	563,90
5, à 10 h. soir.....	568,26	9, à 8 h. matin..	565,88
12, à 10 h. soir.....	570,44	14, à midi........	565,73
18, à 10 h. matin...	568,51	23, à 6 h. matin..	564,30
27, à 8 h. soir...	577,28	31, à 6 h. matin..	567,56

SAINT-BERNARD. — AOUT 1865.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Ecart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Température, C. Moyenne des 24 heures.	Ecart avec la température normale.	Minimum.[1]	Maximum.[1]	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim,	millim.	millim.	o	o	o	o	mm	mm			
1	566,04	— 2,83	564,95	566,79	+ 7,70	+ 1,49	+ 6,3	+ 9,4	.....	13,4	6	NE. 1	0,88
2	565,80	— 3,06	565,41	566,64	+ 5,56	— 0,64	+ 3,5	+10,0	......	4,2	3	NE. 1	0,87
3	564,14	— 4,12	563,95	565,31	+ 3,47	— 2,72	+ 1,1	+ 5,8	......	4,3	5	SO. 1	0,80
4	564,92	— 3,93	563,90	566,30	— 1,14	— 7,32	— 2,2	+ 2,2	10	3,6	8	NE. 1	1,00
5	567,42	— 1,42	566,28	568,26	— 0,64	— 6,80	— 3,5	+ 2,4	......	......	......	NE. 2	0,76
6	567,37	— 1,46	567,22	567,72	+ 3,18	— 2,96	— 1,5	+ 6,9	......	......	......	NE. 1	0,42
7	566,92	— 1,89	566,24	567,62	+ 1,91	— 4,21	— 0,4	+ 4,4	......	......	......	NE. 2	0,80
8	566,30	— 2,49	565,94	566,52	+ 2,51	— 3 58	+ 1,8	+ 4,5	......	......	......	NE. 1	0,99
9	566,25	— 2,52	565,88	567,02	+ 7,09	+ 1,03	+ 2,9	+11,3	......	......	......	SO. 1	0,07
10	567,79	— 0,96	566,92	568,82	+ 5,52	— 0,51	+ 5,0	+ 6,6	......	......	......	SO. 1	0,98
11	568,20	— 0,53	567,43	569,03	+ 5.76	— 0,24	+ 5,0	+ 6,7	......	......	......	SO. 1	0,99
12	569,77	+ 1,06	568,88	570,44	+ 9,23	+ 3.27	+ 6,3	+12,8	......	......	......	SO. 1	0,78
13	569.37	+ 0,69	568,72	569,92	+ 8 90	+ 2,98	+ 7,3	+11,8	......	......	......	SO. 2	0,86
14	566.58	— 2,07	565,73	567,64	+ 2,93	— 2,95	+ 1,0	+ 6,1	......	17,5	12	NE. 2	0,98
15	567,58	— 1,04	567,15	567,92	+ 5,43	— 0,41	+ 0,8	+ 8,6	......	......	......	NE. 1	0,29
16	567,10	— 1,49	566,67	567,61	+ 5,79	0,00	+ 4,3	+ 9,2	......	3,5	4	variable	0,92
17	567,89	— 0,67	567,16	568,47	+ 2,57	— 3,07	+ 0,2	+ 5,2	......	......	......	NE. 1	0,98
18	368,17	— 0,35	567,90	568.51	+ 5,18	— 0,51	+ 4,1	+ 7,2	......	......	......	NE. 1	0,88
19	566,32	— 2,16	565,48	567,06	+ 2,92	— 2,72	+ 0,7	+ 5,0	......	12,5	10	NE. 1	0,90
20	567,07	— 1,36	566.66	567,53	+ 6,87	+ 1,29	+ 3,5	+10,1	......	......	......	NE. 1	0,19
21	566,95	— 1,44	566,63	567,22	+ 8,20	+ 2,68	+ 5,9	+10,9	......	......	......	NE. 1	0,61
22	565,36	— 2,99	564,91	566,02	+ 7,82	+ 2,36	+ 6,0	+10,3	......	0,3	2	variable	0,98
23	565.26	— 3,04	564,30	566,32	+ 8,72	+ 3,32	+ 6,7	+12,1	......	4,6	8	SO. 1	0,89
24	567,14	— 1,11	565,82	567,95	+ 9,33	+ 4,00	+ 5,9	+12.4	......	......	......	SO. 1	0,42
25	569,47	+ 1,27	567,90	570.74	+ 8,07	+ 2,80	+ 7,0	+11,5	......	6,7	5	SO. 2	0,89
26	574,41	+ 6,26	571,87	575,81	+ 9,86	+ 4,66	+ 8,3	+12,5	......	4,5	3	SO. 1	0,76
27	576,84	+ 8,74	576,17	577,28	+15 03	+ 9,90	+10,2	+17,9	......	......	......	NE. 1	0,00
28	575,30	+ 7,25	574,39	576,19	+17,52	+12,47	+15,5	+20,4	......	......	......	SO. 1	0,04
29	569,93	+ 1,94	568,15	571,98	+11,59	+ 6,62	+ 8,6	+13,9	......	......	......	SO. 1	0,73
30	567,75	— 0,18	567,61	567,93	+ 3,20	— 1,69	+ 3,0	+ 4,3	......	......	......	SO. 2	1,00
31	568,19	+ 0.32	567,56	568,93	+ 3,08	— 1,73	+ 2,0	+ 5,9	......	4,3	5	NE. 1	0,84

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermomètrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1865.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	565,77	565,98	566,22	566,29	566,40	566,37	566,48	566,78	566,92
2e »	567,75	567,65	567,80	567,82	567,73	567,76	567,88	568,06	568,08
3e »	569,29	569,63	569,93	569,81	569,79	569,67	569,61	569,91	569,83
Mois	567,66	567,81	568,05	568,03	568,03	567,99	568,04	568,30	568,33

Température

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h.
1re décade,	+ 1°,86	+ 3°,75	+ 5°,10	+ 5°,49	+ 5°,28	+ 4°,80	+ 4°,17	+ 3°,04	+ 2°,79
2e »	+ 4,16	+ 5,44	+ 6,68	+ 6,81	+ 7,46	+ 6,94	+ 6,50	+ 5,54	+ 5,13
3e »	+ 8,25	+ 9,14	+10,05	+10,70	+11,55	+11,34	+ 9,93	+ 9,01	+ 8,46
Mois	+ 4,87	+ 6,21	+ 7,37	+ 7,77	+ 8,21	+ 7,81	+ 6,96	+ 5,96	+ 5,56

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade,	+ 1,30	+ 6,35	0,76	25,5	10
2e »	+ 3,32	+ 8,27	0,78	33,5	—
3e »	+ 7,19	+12,01	0,65	20,4	—
Mois	+ 4,04	+ 8,98	0,73	79,4	10

Dans ce mois, l'air a été calme 18 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,50 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E., et son intensité est égale à 20 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE ANNÉE

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

récemment instituées en Suisse,

SOUS LE RAPPORT DES TEMPÉRATURES ET DES QUANTITÉS DE PLUIE OU DE NEIGE ;

communiqués à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, le 7 septembre 1865,

PAR

M. LE PROFESSEUR GAUTIER.

Le douzième cahier mensuel du recueil in-4° d'observations météorologiques suisses, publié à Zurich sous la direction de M. le professeur Rodolphe Wolf, a paru dernièrement. Il comprend les observations faites dans chaque station en novembre 1864, ainsi qu'un tableau des moyennes thermométriques mensuelles et annuelles de ces stations, de décembre 1863 à novembre 1864. Cela m'a permis de compléter un petit travail, déjà commencé pour cette année-là d'après les cahiers précédents, et de présenter, le 23 août dernier, à la section de physique de la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Genève, le Tableau ci-joint, sur lequel je me propose de donner ici quelques explications, en y ajoutant les remarques auxquelles il m'a paru pouvoir donner lieu, d'après un premier coup d'œil.

Températures.

Ce tableau comprend d'abord les températures moyennes, en degrés centigrades, de l'année 1864 et de ses quatre saisons, en 75 stations réparties sur les 22 cantons de la Suisse, d'après trois observations diurnes faites en chacune de ces stations, à 7 heures du matin, à 1 heure de l'après-midi et à 9 heures du soir. Ces stations sont rangées dans l'ordre de leurs hauteurs au-dessus du niveau de la mer, à partir des plus basses, 27 sont élevées de plus de mille mètres et 5 de plus de deux mille; 19 sont situées dans le canton des Grisons, si étendu et montagneux, où, depuis 1857, avait commencé un réseau très-développé d'observations de ce genre, par les soins de M. Brugger de Churwalden [1].

J'ai eu déjà l'occasion, dans une Notice qui a paru dans le n° d'avril 1865 de ces *Archives*, d'entrer dans quelques détails au sujet du nouveau système d'observations suisses, soit d'après un excellent rapport publié en allemand sur ce sujet par M. le professeur Albert Mousson, soit d'après un intéressant mémoire de M. le professeur Plantamour sur les résultats, sous le rapport des températures, des trois mois de l'hiver de 1863 à 1864.

Il se fait dans les stations de Genève, du Grand-Saint-Bernard et du Simplon, neuf observations bihoraires par jour, d'après lesquelles on calcule une formule d'interpolation, qui permet d'en conclure chaque mois, avec un degré suffisant d'approximation, la température moyenne

[1] Il y a eu aussi, de 1858 à 1861, des observations thermométriques faites en 20 stations du canton d'Argovie. Ces détails sont tirés de la préface que M. Wolf a mise en tête du 1er volume des Observations suisses actuelles.

de chaque heure du jour. M. Plantamour avait constaté que, pour les mois d'hiver, les températures moyennes diurnes résultant des 9 observations étaient inférieures d'environ deux dixièmes de degré seulement aux moyennes des trois observations faites à 7 heures du matin, à 1 heure et à 9 heures du soir. La comparaison que j'ai faite de ces moyennes dans les neuf autres mois de l'année, en ces trois stations, m'a fait voir que les différences s'élevaient à 3 ou 4 dixièmes de degré dans quelques mois du printemps et de l'été, mais qu'elles étaient toujours dans le même sens, c'est-à-dire que les moyennes des 3 heures d'observation donnaient des températures plus élevées de 2 à 4 dixièmes de degré que celles des 9 observations diurnes. Ces différences ont été, pour la moyenne annuelle de 1864 : de 0°, 25 pour Genève, de 0°,23 pour le Saint-Bernard et de 0°,26 pour le Simplon.

Il est probable, vu leur presque identité en des stations de hauteurs si différentes, qu'elles seraient à peu près les mêmes pour les autres stations situées à des hauteurs intermédiaires. Pour avoir des résultats bien comparables entre eux, j'ai adopté pour toutes les stations comprises dans le tableau, les moyennes des observations réellement faites, ou interpolées, aux trois heures convenues pour le réseau suisse. Chacun sera libre de les abaisser toutes d'environ un quart de degré pour avoir les moyennes les plus probables. On ne s'étonnera pas, d'après cela, de voir les températures moyennes annuelles de Genève et du Saint-Bernard consignées dans le résumé météorologique pour 1864, inséré par M. Plantamour dans le numéro d'août des *Archives*, aussi bien que celles rapportées dans le tableau général du cahier de novembre 1864 des observations suisses, être un peu inférieures à celles de mon tableau

En confrontant ces deux tableaux, on trouvera aussi de légères différences pour un très-petit nombre d'autres stations, telles que Berne, Morges, Uetliberg et Zurich ; et je soumettrai, dans leurs détails, ces légères différences à l'appréciation de M. Wolf.

C'est la première fois qu'on peut comparer ainsi les températures d'un aussi grand nombre de localités de notre Suisse, situées à des hauteurs très-diverses, qui sont comprises entre 229 et 2478 mètres au-dessus du niveau de la mer. On y voit les températures moyennes annuelles décroître successivement à mesure qu'on s'élève, depuis celle de Bellinzone de 12°,14 jusqu'à celle du Saint-Bernard de —1°,44. Comme il n'y a encore qu'une année d'observations, on ne peut, cependant, en déduire qu'un premier aperçu approximatif des températures moyennes des saisons et de l'année en chaque station. J'y ai joint les températures extrêmes observées dans l'année en ces mêmes stations, avec leurs dates, et les amplitudes thermométriques résultant des différences entre ces *maxima* et *minima* de température. Mais, comme dans beaucoup de ces stations on ne possède pas encore de thermomètres à index accusant ces *maxima* et *minima*, les extrêmes observés aux trois heures ordinaires peuvent avoir été notablement dépassés à d'autres heures en certains jours.

La comparaison des températures des stations situées à peu près à la même hauteur indique d'abord une différence d'environ trois degrés entre celles situées au nord et au sud de la grande chaîne des Alpes, ainsi que l'avait déjà signalé M. Plantamour pour l'hiver. Il est à regretter, sous ce rapport, que les observations commencées à Locarno et à Brusio aient été interrompues, et que

leurs moyennes n'aient pas pu, d'après cela, entrer dans le tableau ci-joint. J'en dirai autant de celles de Porrentruy et d'Eriswyl. J'ai inséré, cependant, quelques résultats de celles de Fribourg, de Brusio, de Wildhaus et du Weissenstein, quoiqu'elles aient été fort incomplètes. Il y a aussi bon nombre de stations, telles que le Marchairuz, Sion, Olten, Muri, Kœnigsfeld, Affoltern, Brienz, Interlacken, Frauenfeld, où les observations n'ont commencé que dans le courant de l'année, et pour lesquelles il faudra attendre les résultats de 1865.

En continuant la comparaison des températures de celles des stations peu éloignées entre elles et situées à peu près à la même hauteur, on trouve aussi des différences assez prononcées, déjà étudiées pour l'hiver par M. Plantamour, et dont je me bornerai, pour le moment, à indiquer quelques-unes.

Ainsi, la température moyenne annuelle de Montreux de 9°,95 cent. en 1864, d'après le tableau, est plus élevée d'environ un degré que celle de Bâle, de Morges et de Genève, et d'environ deux degrés que celle d'Arau, de Schaffhouse et de Zurzach. Bex est aussi plus chaud d'un à deux degrés que les stations voisines à hauteurs presque égales ; et il en est de même, du plus au moins, de Genève, de Morges, de Neuchâtel, de Martigny, d'Altorf, de Coire, de Gliss, de Beatenberg, de Churwalden, de Platta et de Græchen. L'abri des vents du nord et le voisinage des lacs tendent à élever les températures.

Il y a, en revanche, des stations qui ont été particulièremant froides en 1864, telles que Kreuzlingen, Stanz, Einsiedeln, le Sentier, Closters, Reckigen, Andermatt et surtout Bevers.

L'époque des extrêmes de froid a été, le plus souvent,

du 3 au 19 janvier, et du 9 au 12 février pour quelques stations. Celle des extrêmes de chaleur a eu lieu généralement vers le commencement d'août, en s'étendant du 12 juillet au 22 août, et remontant au 7 juin pour une seule station : Altstætten, canton de Saint-Gall.

Le plus grand degré de froid qui ait été noté en 1864 dans les stations suisses, est celui de —29° centigrades observé le 3 janvier au Mont-Julier dans les Grisons. Le thermomètre n'est descendu, à la même époque, qu'à — 26° au Saint-Gothard, à — 24° au Saint-Bernardin, et à – 23°,8 au Grand-St-Bernard, quoique cette dernière station soit un peu plus élevée que les trois autres.

Le *maximum* de chaleur relaté dans le tableau, est celui de 33° observé à Genève le 1er août. L'extrême noté à Bellinzone et à Lugano a été de 32° seulement, et celui de Bex de 31°,3 ; mais cette dernière station ne possède pas encore de thermomètre à index, et il en est peut-être de même de celles du canton du Tessin.

Il y a eu, en 1864, trois stations où la température annuelle a été un peu au-dessous de zéro : ce sont celles du Saint-Gothard, du Julier et du Saint-Bernard, cette dernière ayant été la plus froide en moyenne. Les moyennes de l'hiver, du printemps et de l'automne y ont été plus ou moins abaissées au-dessous du point zéro, celle de l'été a été la seule élevée au-dessus, de 5 ½ à 7°. Les extrêmes de chaleur annuelle en ces trois stations ont été de 16°,4 à 18°,1 au commencement d'août. Les 4 stations du Tessin, celles de Brusio, de Montreux et de Bex sont les seules où la moyenne de l'hiver soit au-dessus de zéro, le mois de janvier 1864 ayant été généralement très-froid, tandis que mars, si froid cette année-ci, a été très-chaud en 1864, et que mai a été chaud

aussi. Il est résulté de là que dans toutes les stations du tableau, sauf les quatre plus hautes, les températures moyennes du printemps ont été au-dessus de zéro, aussi bien que celles de l'été et de l'automne. La température de l'année 1864, à Genève, a atteint à peu près sa valeur moyenne, d'après le résumé de M. Plantamour, par suite de la compensation entre l'hiver et le printemps. Celle du Saint-Bernard a été plus élevée que la moyenne de 0°,41.

On peut voir, par le tableau ci-joint, combien la moyenne des trois mois d'automne, septembre, octobre et novembre diffère peu, en général, de la moyenne annuelle. Elle est ordinairement plus élevée que cette dernière de quelques dixièmes de degré, et de 1° à 1° 1/2 dans un très-petit nombre de cas seulement. Parfois ces deux moyennes sont égales, et la moyenne d'automne n'a été très-légèrement inférieure à celle de l'année que pour 3 ou 4 stations. Cette circonstance nous permet, dans le cas du Weissenstein, où la moyenne annuelle de 1864 nous manque, de constater que cette année y a été très-froide, la moyenne d'automne y étant de 3°, 19 seulement ; plus basse, par conséquent, d'environ deux degrés que celle des stations de hauteur à peu près égale. D'après la même considération, la station du Marchairuz, sur le Jura vaudois, dont l'élévation au-dessus de la mer est de 1453 mètres, aurait eu en 1864 une température annuelle présumée d'environ 3°, qui a été celle du village de Splügen situé à peu près à la même hauteur. Les observations faites au Marchairuz, dans une partie de cette même année y indiquent une grande abondance d'eau de pluie et de neige, savoir 1248 millimètres qui y sont tombés en huit mois.

Les amplitudes thermométriques annuelles ont été comprises entre 38 et 50 degrés en 1864. Cette amplitude n'a été que de 39° à Montreux, elle a été de 42° dans les stations tessinoises et de 44°,9 à Genève. Elle a varié entre 40 et 50° à de grandes hauteurs, ayant été de 50°,4 à Zernetz dans les Grisons, de 47°,1 au Mont-Julier et seulement de 40°,2 au Saint-Bernard. Il ne faut pas oublier qu'il n'y a pas encore de thermométrographes installés dans la plupart de ces stations.

Pluie et neige.

La quantité de pluie et de neige est un élément essentiellement variable, soit d'une époque à l'autre dans une même station, soit entre des stations assez voisines. On ne peut donc en obtenir une bonne valeur moyenne qu'à l'aide d'un grand nombre d'années d'observation.

D'après le résumé météorologique de M. Plantamour déjà cité, l'année 1864 a été très-sèche à Genève, surtout en hiver, où la neige a été rare et peu persistante. La quantité annuelle d'eau qui y est tombée, évaluée en millimètres, a été de 648^{mm},3; valeur inférieure de 177^{mm},2 à la moyenne. Au Saint-Bernard, il n'y a eu dans l'année qu'un peu plus de 4 mètres de neige, tandis que la quantité moyenne est de près de 10 mètres. Mais il y a eu, en cette station, une abondance exceptionnelle de pluie en mai, juin, août et octobre, ce qui y a ramené le chiffre total de l'eau tombée à 1577^{mm},8 ; soit à sa valeur moyenne à peu de chose près.

Il résulte du tableau ci-joint que la quantité annuelle de pluie a été, en 1864, presque double dans les stations tessinoises au sud des Alpes que dans les autres contrées basses du reste de la Suisse situées au nord de cette

chaîne. Elle augmente, en général, avec la hauteur au-dessus de la mer, mais il y a de nombreuses exceptions à cette règle. La quantité d'eau tombée a été presque double à Montreux qu'à Genève et à Schaffhouse. Elle a été de 1565 millimètres à Glaris et seulement de 781 à Zurich, quoique ces deux villes soient peu éloignées et presque à la même hauteur. Les stations du Beatenberg, au-dessus du lac de Thun, et de la montagne de Chaumont au-dessus du lac de Neuchâtel, situées à la même hauteur, ont eu, en 1864, la première 1578 mill. d'eau de pluie ou de neige et la seconde 816 seulement. Il en est tombé 1353 au Splügen, et seulement 600 à Zernetz, station dans les Grisons plus élevée que l'autre de 5 mètres.

S'il n'y a pas eu d'erreur dans la quantité d'eau recueillie au Grimsel, cette quantité a été singulièrement considérable ; elle s'y est élevée à 2456 millim., soit à près de *deux mètres et demi*, tandis qu'elle n'a été que de 817 millim. à Bevers, de 813 au Simplon, de 610 à Zermatt et de 602 à Andermatt, ces quatre stations étant aussi très-élevées, et la dernière étant fort rapprochée du Grimsel.

Après le Grimsel, ce sont les stations du Rigi-Kulm, de Auen (vallée de la Linth) et du Saint-Bernardin où la quantité d'eau tombée a été la plus grande en 1864 ; elle a été de 1921 millim. pour cette dernière montagne, de 1943 pour Auen, et de 1988 pour la cime du Righi, quoiqu'on n'y ait noté la quantité d'eau que depuis janvier. La station assez élevée de Remüs, dans les Grisons, est celle où il en est le moins tombé, la quantité notée, un peu incertaine il est vrai, n'étant que de 554 millimètres.

Travaux actuels et réflexions finales.

M. le professeur Mousson, dans le rapport verbal qu'il a fait, le 22 août dernier, à la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Genève, sur les travaux récents de la Commission météorologique de cette Société, dont il est le président, a annoncé entre autres, que cette Commission allait envoyer un expert dans toutes les stations du réseau suisse, pour y examiner l'état des instruments, et en particulier celui des thermomètres, dont le point zéro est parfois sujet, comme on sait, à de petits déplacements.

Le bureau central de cette Commission, établi dans le nouvel observatoire astronomique de Zurich, a déjà publié les cahiers mensuels d'observations de décembre 1864, janvier et février 1865, ce qui complète les mois de l'hiver dernier, qui a été plus doux que le précédent à Genève et dans les parties basses de la Suisse, surtout en janvier, tandis qu'il a été plus froid sur les hautes sommités. Le cahier de mars vient de paraître aussi, et il s'y trouve un tableau des quantités d'eau tombée mensuelles et annuelles en 43 stations, de décembre 1863 à novembre 1864.

Le nombre des stations en activité, maintenant, est de 82 ; les observations de Fribourg et de Brusio manquent encore quelquefois, et celles à Porrentruy, à Locarno et au Weissenstein n'ont pas continué. Il est fort à désirer que les observateurs en chaque station sentent leur responsabilité, et comprennent bien l'importance de leur concours zélé et persévérant dans l'acquittement de la charge qu'ils ont bien voulu accepter pour trois ans.

Il y a actuellement, dans le monde savant, un tel élan

pour les observations et les recherches météorologiques, que la Suisse, placée dans des circonstances physiques si spécialement intéressantes, doit payer son contingent en ce genre honorablement et d'une manière réellement profitable pour la science. Déjà en bien des localités, et à Genève entre autres, on y a précédemment rendu de bons services sous ce rapport; M. le professeur Wolf, dans la préface jointe au titre du volume, de 666 pages in-4°, comprenant la première année des observations du réseau actuel et accompagné d'une carte de toutes les stations, a inséré un tableau détaillé de celles faites en un assez grand nombre de points de la Suisse, depuis le XVIe siècle jusqu'en 1863. Mais, jamais il n'y avait eu encore une organisation aussi générale, et un système d'observation simultanées, faites soigneusement, avec des instruments bien construits et comparés entre eux, système étendu sur toute la Suisse et dont les résultats sont publiés promptement.

J'ai eu à cœur de présenter à notre Société helvétique des sciences naturelles, comme l'avait fait M. Plantamour l'année dernière, un échantillon des résultats déjà obtenus. Je désire que cette communication, tout incomplète qu'elle est, puisqu'elle ne comprend pas tout ce qui est relatif à la pression atmosphérique, à l'humidité de l'air, aux vents et à l'état du ciel, puisse contribuer en quelque manière à faire ressortir les avantages de cette entreprise nationale, à laquelle nos Conseils fédéraux se sont associés par l'allocation de quelques fonds; et qu'elle encourage de plus en plus les membres de la Commission météorologique et les observateurs à poursuivre avec dévouement leurs utiles travaux.

Tableau des températures moyennes de l'année 1864 et de ses 4 saisons, ainsi que des extrêmes annuels thermométriques et des quantités de pluie et de neige, d'après trois observations diurnes en diverses stations Suisses, ces stations étant rangées suivant leurs hauteurs au-dessus du niveau de la mer.

Noms des Stations.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degrés centigrades.								Quantités d'eau tomb. annuelles en millimètres
		Moyennes annuelles	Hiver déc. 63-fév. 64.	Printems	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	Amplitudes annuel.	
	m	0 C.	0	0	0	0	0	0	0 C.	mm
Bellinzone (Tessin)	229	12,14	+2,04	12,78	21,66	12,08	—10,0 (19 jan.)	+32.0 (6 août)	42	1395,6
Lugano «	275	11,26	+1,68	11,54	20,31	11,52	— 9,8 (18 jan.)	32,0 «	41,8	1456.4
Bâle	281	9,20	—0,20	10.09	17,64	9,27	—14,6 (3 jan.)	28,3 (1 at.)	41,8	762,4
Zurzach (Argovie)..	355	8,01	—1,55	8,77	16,74	8,06	—18,5 «	31,0 (7 at.)	42,9	701,6
Mendrisio (Tessin)........	355	11,45	+1,45	11,49	21,09	11,78	—10.8 (18 jan.)	30,1 (2 at.)	49,5	1423,9
Morges (Vaud)....	380	9,01	—0.22	9,73	17,34	9,17	—12,5 (4 jan.)	28,4 (8 at.)	40,9	778.5
Montreux (Vernex, Vaud) ..	385	9,95	+1,19	10 49	18,03	10,10	— 9,6 (3 jan,)	29,2 «	38,8	1171,0
Aarau	389	8,10	—1,24	9,04	16,57	8,01	—14,9 «	27,8 (1 at.)	42,7	783,1
Schaffouse	398	8,01	—1,81	8.9	16,71	8.24	—17,4 (18 jan.)	28,5 «	45,9	648,7
Genève (Observatoire).....	408	9,30	—0,25	9,94	18,10	9.41	—11,9 (10 fév.)	33,0 «	44,9	648,3
Zug....................	429	8,61	—1,08	9,17	17,33	8,98	—12,7 (4 jan.)	30,3 (7 at.)	43,0	1150,4
Kreuzlingen (Thurgovie) ...	430	7,03	—1,99	7,34	15,48	7,34	—13,8 (16 jan.)	25,7 «	39,5	682,8
Bex (Vaud)...............	437	9,00	—0,84	10,10	17,22	9,53	—17.2 (3 jan.)	31,3 «	48,5	885,9
Rathausen (Lucerne)	440	8,11	—1,65	8,95	17.0	8,15	—15 2 (12 fév.)	30,1 (1 at.)	45.3	940,2
Soleure.	441	7,86	—1.99	8,88	16,83	7,73	—14,9 (15 jan.)	29,5 (7 at.)	44,4	815,4
Winterthur (Zurich)	441	7,61	—1,91	8,26	16,42	7,66	—17,3 «	27,7 (12 jt.)	45,0	663,5
Altorf (Uri)..	454	8 85	—0,57	9,57	16,63	9,77	—13,5 (4 jan.)	27,3 (1 at.)	40,8	1247,6
Stanz (Oberdorf, Unterw.) .	456	7,48	—1,78	8,23	15.82	7,64	—15,0?(12 fév.)	26,6 «	41,6?	1493.3
Altstætten (St. Gall.).......	474	8,05	—2,51	9,14	16,60	8.95	—16,0 (5 jan)	27,9 (7 jn.)	43,9	1318,7

Noms des Stations.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degrés centigrades. Moyennes annuelles	Hiver déc. 63-fév. 64.	Printems	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	Amplitudes annuel.	Quantités d'eau tomb. annuelles en millimètres
	m	0 C.	0	0	0	0	0	0	0 C	mm
Zürich (Observatoire.)	480	8,26	−1,51	9,11	16,96	8,50	−13,6 (5 jan.)	+27,0 (16 juil.)	40.6	781,0
Glaris	488	7,60	−2,50	8,49	15,79	8 63	−16,6 (18 jan.)	27,3 (1 août)	43,9	1564,6
Neuchatel (Observre.)	488	8,63	−1,03	9,51	17,52	8,53	−12,6 (3 jan.)	28,9 (9 août)	41,5	767,1
Martigny-Bourg (Valais)	498	9,25	−1,62	10,82	18,21	9,60	−13,2 (5 jan.)	30,2 (6 août)	43,4	651,9
Sargans (St. Gall.)	504	8,22	−1,75	9,31	16,0	9,33	−19,8 (18 jan.)	27,2 (12 juil.)	47.0	1128,8
Marschlins (Grisons)	545	7.75	−2,33	8.76	15,89	8,69	−20,2 (16 jan.)	26,7 «	46,9	1052,1
Schwyz	547	7.90	−1,28	8,25	16,04	8,58	−14,4 (3 jan.)	25,9 (6 août)	40,3	1590,7
Bœtzberg (Argovie)	571	7,38	−2,34	8,36	16,02	7,50	−14,8 (14 jan.)	28,0 (7 août)	42,8	821,0
Berne (Observre.)	574	7,36	−2,50	8,38	16.21	7,35	−15,8 (15 jan.)	29,2 (12 juil.)	45.0	691.2
Dizy (Vaud)	588	8,12	−1,20	9,0	16,63	8,04	−14 0 (4 jan.)	30,2 (7 août)	44,2	872,6
Reichenau (Grisons)	597	7,74	−1,93	8,74	15,90	8.27	−18,2 »	27,1 (12 juil.)	45,3	1026,6
Coire (Grisons)	603	8.63	−0,99	9,55	16,78	9,17	−16,4 (4 jan.)	27,8 (22 août)	44,2	766,4
Fribourg (1).	630		−2,48	8,66	16,28 jn. et jt.		−17.4 (5 jan.)	24,8 (12 juil.)	42,2?	
Lohn (Schaffouse)	645	7,99	−2,71	7,96	17,23	9,49	−17,8 (14 jan.)	29,8 (6 août)	47,6	596,6
St. Gall	684	7,23	−2,06	7,66	15,74	7,60	−15.1 (4 jan.)	26,8 (9 août)	41,9	1099,2
Gliss (Valais)	688	8,41	−2.53	9,97	17,4	8,80	−18,2 (9 fév.)	29,0 (6 août)	47,2	619,2
Castasegna (Grisons)	697	9,72	+0,57	9,98	18,71	9,61	−10.7 (18 jan.)	28,5 (30 juil.)	39,2	1739,7
Thusis «	703	7,24	−3,34	8,35	16,13	7,83	−19,8 (4 jan.)	29,4 (12 juill. et 1 août)	49,2	923,8
Ilanz (2) «	704	6,94	−4,67	8 26	16,44	7,73	−21,0 (18 jan.)	28 6 (12 juil.)	42,0	902,2?

1 Les observations ont été assez incomplètes à Fribourg.
2 L'eau tombée n'a pas été notée à Ilanz en octobre.

Noms des Stations.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degrés centigrades. Moyennes annuelles	Hiver déc. 63-fév. 64.	Printems	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	Amplitudes annuel.	Quantités d'eau tomb. annuelles en millimètres
	m	°	°	°	°	°	°	°	°	mm
Faido (Tessin)........	722	9,43	+0,29	9.63	18,36	9,42	−11.4 (18 jan.)	+30,6 (8 août)	42,0	1344,5
Brusio (Grisons)..........	777		+1,31	9.18	17,76	6.96 oct et nov.	−10,5 «	27,4 (5 août)	37,9	574,1? sans sep.
Auen-Linththal (Glaris)....	821	6,66	−1,90	7.18?	14,40	6.94	−16.6 (4 jan.)	25.4 (22 août)	42,0	1943,3
Vuadens (Fribourg).......	825	6,29	−3,32	7,23	14,86	6,40	−18,1 «	25,6 (6 août)	43,7	1183.3
St. Imier (Berne)........	833	6,84	−2.18	7,34	14,96	7,25	−15,1 (3 jan.)	28.0 «	43.1	1167,0
Uetliberg (Zurich).........	874	6.38	−2,29	6,96	14,39	6,48	−16,4 «	27,0 (1 août)	43.4	804,8
Einsiedeln (Schwyz).......	913	5.20	−4.38	5,75	13,61	5,82	−19.8 (4 jan.)	23,9 (6 août)	43.7	1573.1
Trogen-Gfeld (Appenzell)...	926	6,34	−1,82	6.41	14,26	6,50	−18.6 «	24,7 «	43.3	1186,7
Chaux-de-fonds (Neuchâtel).	980	5.71	−3,68	6,26	13,92	6,33	−20,0 (15 jan.)	26,6 (1 août)	46,6	1242,3
Engelberg (Unterwalden)..	1024	5,11	−3,66	5,51	13,13	5,41	−19,5 (4 jan.)	24.3 «	43.8	1612.8
Le Sentier (Vaud).......	1024	4.76	−4,80	5,48	12,70	5,68	−21,0 (14 jan.)	27,2 «	48,2	1172,0
Ste. Croix «	1092	5,61	−2,16	5,88	13,12	5.58	−17.0 (4 jan.)	24,5 (6 août)	41.5	1212,1
Wildhaus (St. Gall.) (1).....	1104		−3,28 jan..fév.	5,83	13,15	6,06	−21.8 (3 jan.)	26,8 (9 août)	48,6	838,3 (XI Ms.)
Beatenberg (Berne).......	1150	6,25	−1,52	6,57	13,66	6.29	−16.0 (4 jan.)	24,4 (1 août)	40,4	1578,4
Chaumont (Neuchatel).....	1152	5.21	−2,20	5,36	12,65	5,06	−18,2 (3 jan.)	23,7 (12 juil.)	41,9	815,5
Closters (Grisons)......	1195	4,40	−3,88	4,32	11,90	5,25	−22,4 «	24,5 «	46,9	1315,1
Churwalden «	1213	5.60	−1 91	5,26	12,99	6,08	−18,6 «	23.6 «	42,2	1076,5
Remüs	1245	4,80	−4,93	5 38	13.34	5,42	−18,8 (10 fév.)	28,4 (2 août)	47,2	553.9?
Weissenstein (Soleure) (2)..	1284		−3,61	2,53	10,64 Ss.août	3,19	−21,0 (4 jan.)	20.3 (30 juil.)	41,3?	

[1] Il n'y a pas eu d'observations à Wildhaus en décembre 1863.
[2] L'eau tombée n'a pas été notée au Weissenstein, et les températures en août y manquent aussi.

Noms des Stations.	Hauteurs en mètres au-dessus de la mer.	Températures en degrés centigrades.								Quantités d'eau tomb. annuelles en millimètres
		Moyennes annuelles	Hiver déc. 63-fév. 64	Printems.	Été.	Automne.	Minima annuels.	Maxima annuels.	Amplitudes annuel.	
	m	0	0	0	0	0	0	0	0	mm
Reckigen (Valais).........	1339	4,07	—5,93	4,36	12,80	5,03	—17,6 (3 jan.)	+26,0 (12 juil.)	43,6	1000,4
Platta-Medels (Grisons)	1379	4,64	—3,06	4,16	12,25	5,22	—19,8 «	24,9 (6 août)	44,7	1220,6
Andermatt (Uri)	1448	2,35	—6,77	2,26	10,29	3,63	—23,8 (10 fév.)	20,4 (9 août)	43,8	601,8
Splügen (Village, Grisons) ..	1471	3,03	—6,69	2,96	11,71	4,14	—21,2 (3 jan.)	23,7 (12 juil.)	44,9	1352,9
Zernetz « ..	1476	3,41	—7,01	3,82	12,19	4,68	—23,8 (10 fév.)	26,6 (9 août)	50,4	599,8
Zermatt (Valais)	1613	3,61	—5,05	4,05	11,48	3,95	—21,4 (9 fév.)	24,5 (6 août)	45,9	610,1
Græchen «	1632	4,09	—3,70	3,93	11,90	4,21	—18,8 (3 jan.)	22,8 (12 juil.)	41,6	709,2
Bevers (Grisons)	1715	1,12	—9,40	1,09	10,37	2,11	—24,2 «	22,7 (9 août)	46,9	817,1
Stalla «	1780	2,33	—5,75	1,44	10,26	3,36	—22,5 «	22,4 (6 août)	44,9	1230,1
Rigi-Kulm (Schwyz) (1)	1784	1,87	—4,27	0,61	8,48	2,64	—21,0 «	19,0 (12 juil.)	40,0	1988,5
Sils-Maria (Grisons)	1802	1,40	—7,49	0,64	10,03	2,43	—23,5 (10 fév.)	20,6 (30 juill. et 6 août)	44,1	937,6
Bernina-la Rösa (Grisons) (2)	1873	2,23	—4,20	0,88	9,92	2,34	—20,0 (3 jan.)	20,0 (8 août)	40,0	1183,0
Grimsel (Hospice, Berne)...	1874	1,51	—6,25	0,63	9,11	2,56	—26,0 «	19,1 (2 août)	45,1	2456,1
Simplon (Hospice, Valais) .	2008	1,07	—6,11	0,28	8,85	1,28	—22,5 (3 jan.)	19,2 (9 août)	41,7	813,0
Bernardin (Grisons)	2070	0,36	—6,51	—0,59	7,83	0,71	—24,0 «	17,0 (8 août)	41,0	1921,0
St. Gotthard (Hospice, Tessin)	2093	—0,62	—6,76	—1,98	6,60	—0,33	—26,0 «	17,6 (1 août)	43,6	1218,1
Julier (Grisons)	2244	—0,94	—8,63	—1,92	6,90	—0,12	—29,0 «	18,1 (2 août)	47,1	(3) (4)
St. Bernard (Couvent, Valais)	2478	—1,44	—8,02	—2,35	5,69	—1,08	—23,8 «	16,4 (1 août)	40,2	1577,8

1 L'eau tombée n'a pas été notée au Rigi-Kulm en décembre 1863.
2 L'eau tombée manque en novembre à la Bernina ; elle est incertaine en déc. 63 et juillet 64.
3 L'eau tombée n'a pas été notée au St. Gotthard en mars et avril.
4 L'eau de pluie et de neige n'a été notée au Mont Julier que de juin à octobre, et il y en est alors très-peu tombé.

NOTE

SUR LES

GLACIERS DE L'HÉMISPHÈRE SUD.

Je dois à l'obligeance de M. Desor la communication de la note suivante, extraite de la partie de l'intéressant ouvrage du docteur Ferd. de Hochstetter, qui traite des glaciers et de leur ancienne extension dans l'hémisphère austral. Cette note est tirée du premier volume de la partie géologique du voyage de la frégate autrichienne la *Novara*, volume qui contient un chapitre intitulé : *Les traces d'anciens glaciers*. M. Desor, en m'envoyant cette note, remarque avec raison qu'elle compléterait heureusement ce que j'ai dit sur ce sujet dans mon discours d'ouverture de la Société helvétique des sciences naturelles, prononcé le 21 août 1865 [1]. Je me fais donc un plaisir de l'insérer dans les *Archives*.

Toutefois je dois avouer que, s'il me fallait remplir toutes les lacunes que présente ce discours quant à la question géologique des glaciers, j'aurais beaucoup à faire. En effet, ayant eu surtout en vue de traiter le côté physique de la question des glaciers, je n'ai pu en aborder que très-sommairement le côté géologique. C'est ce

[1] Voyez ce discours dans le numéro de septembre des *Archives des sciences physiques*. T. XXIV, p. 48.

qui explique que je n'ai cité presqu'aucun des grands travaux qui envisagent cette face du sujet, sauf les tout premiers, tels en particulier que ceux de l'abbé Rendu, de MM. Godefroy, Mérian et surtout de M. Charles Martins qui, par ses nombreuses recherches, a fait faire tant de pas importants à cette face de la question. Mais il est un savant dont je tiens aussi à rappeler le nom à cette occasion ; quoique ne partageant pas toutes les opinions de M. Lecoq sur la cause de l'époque glaciaire, je ne puis méconnaître qu'il a contribué grandement à poser la question dans des termes qui, s'ils n'en donnent pas la solution complète, mettent bien sur la voie de la trouver. Enfin, je désire saisir cette occasion pour rappeler que les idées que j'ai émises sur ce sujet dans le discours que je viens de publier, ne sont que la reproduction de celles que j'avais déjà énoncées en 1851 dans une communication faite, à cette époque, à l'Académie des sciences de Paris[1]. La note qui m'a été transmise par M. Desor et qu'on va lire, ne fait que confirmer ce que je disais déjà alors sur les causes de l'apparition de l'époque glaciaire et de sa disparition. On verra, en effet, que pour expliquer cette époque il n'est nullement nécessaire de supposer un changement dans la température climatérique, mais qu'il suffit de la présence dans l'air d'une humidité considérable et permanente due à une proportion d'eau plus grande sur la surface de la terre, pour produire de grandes précipitations aqueuses sous forme de neige, en même temps qu'une beaucoup plus grande égalité de température entre l'hiver et l'été.

[1] Voyez *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. XXXIII, p. 439.

Circonstances qui amènent nécessairement avec elles une très-grande extension des glaciers dans les vallées surmontées de hautes montagnes.

Voici maintenant la note en question :

« Les explorations hardies et persévérantes du Dr Haast dans les Alpes méridionales de la Nouvelle-Zélande sont les premières qui nous aient fait connaître les puissants glaciers de ces hautes montagnes, qui rivalisent en grandeur avec les glaciers des Alpes européennes. Les glaciers Forbes, Havelok, Clide, Ashburton, Tasman, Hooker, Müller, Hochstetter, Murchison, et beaucoup d'autres sont de puissants fleuves de glace alimentés par d'immenses champs de névé, dont la limite se trouve à 7500-7800 pieds au-dessus du niveau de la mer, et qui, sous une latitude de 43 à 44°, descendent jusqu'à 4000, 3000 et même 2800 pieds (les glaciers Tasman et Müller) [1], et c'est avec raison que Haast a fait remarquer que ces glaciers de la Nouvelle-Zélande étaient, relativement aux hauteurs et à la latitude géographique dans lesquelles ils se trouvent, beaucoup plus considérables que les glaciers des Alpes européennes, ce qu'il attribue au climat humide et océanique de la Nouvelle-Zélande et à sa basse température d'été [2].

[1] D'après des nouvelles récentes, M. A. Dobson aurait découvert sur le versant occidental des Alpes méridionales un glacier, — le glacier de Woiau, — venant du Mont Cook, qui descend même jusqu'à 500 pieds au-dessus du niveau de la mer et au bord duquel croissent des fougères arborescentes.

[2] Dans l'hémisphère sud, l'hiver est modéré, l'été pas très-chaud et la température est généralement plus uniforme. En même temps l'air est très-humide par suite de la proportion prépondérante des surfaces d'eau, et les pluies fréquentes et abondantes. C'est ce qui explique comment une végétation à laquelle il faut moins une

« La Nouvelle-Zélande ressemble à cet égard à l'extrémité la plus méridionale de l'Amérique où les glaciers descendent jusqu'à la mer, non-seulement dans la Géorgie du Sud au 54° de latitude, sur la Terre-de-Feu et au détroit de Magellan entre le 56° et 52°, par conséquent dans des latitudes qui correspondent à celles de l'Allemagne du Nord, de la Hollande, du Danemark et de l'Angleterre, mais même jusqu'au 48° et demi au sud

forte chaleur qu'une température uniforme sans gelée, s'approche, dans l'hémisphère sud, beaucoup plus de la limite des glaces éternelles que dans l'hémisphère nord, et que dans la Nouvelle-Zélande, par exemple, des palmiers et des fougères arborescentes prospèrent dans des contrées dans lesquelles la vigne, qui exige un été chaud, peut à peine mûrir ses raisins. C'est précisément un pareil climat qui favorise le plus la formation des glaciers, car une basse limite des neiges et un grand développement des glaciers sont déterminés, moins par une basse température moyenne de l'année, que par des condensations abondantes de l'humidité atmosphérique et par une faible température d'été. Nous ne devons donc pas nous étonner de voir une luxuriante végétation d'un caractère presque tropical s'avancer autant dans la zone tempérée, sous un climat qui permet à la limite des neiges éternelles d'arriver si bas et aux glaciers de descendre jusqu'à la mer. — Dans quelques milliers d'années, en présence d'un climat qui aurait été essentiellement modifié par les changements physiques qui ont lieu maintenant dans l'hémisphère sud au moyen de soulèvements et d'affaissements séculaires, les effets produits par ces glaciers seraient complétement inexplicables, à côté des restes fossiles de la flore actuelle, à quelqu'un qui ne pourrait pas remonter, par des faits géologiques, aux états antérieurs de la surface terrestre ou qui douterait de la possibilité de grands changements de niveau à cette surface. Il croirait peut-être devoir admettre qu'une catastrophe de température produite par des événements cosmiques a dû détruire cette végétation presque tropicale et amener une époque glaciaire. Il tomberait ainsi dans la même erreur que ceux qui veulent expliquer l'époque glaciaire de l'Europe par des influences cosmiques.

d'Eyres et à 46°40' dans le golfe de Penas dans une latitude qui n'est éloignée que de 9° d'une contrée où croît le palmier, à moins de 2° et demi d'herbes arborescentes, et, si l'on se reporte à la Nouvelle-Zélande, à moins de 2° des orchidées parasites et à moins d'un degré des fougères arborescentes.

« On pourrait donc dire avec raison, en comparant les conditions actuelles de l'hémisphère sud avec celles de l'hémisphère nord et en se reportant à la soi-disant époque glaciaire des pays du nord de l'Europe, qu'une époque glaciaire semblable continue encore aujourd'hui dans l'hémisphère sud. »

Comme on peut le voir par la note qui précède, les conditions climatériques qui ont dû produire en Europe l'extension des glaciers, se trouvent actuellement réalisées dans une partie de l'hémisphère sud et ont pour conséquence l'apparition d'énormes glaciers. C'est la meilleure confirmation de l'explication de l'époque glaciaire, que j'ai rappelée plus haut.

A. DE LA RIVE.

—

SUR LA DÉTERMINATION

DE LA DISGRÉGATION D'UN CORPS

ET LA VRAIE CAPACITÉ CALORIFIQUE

PAR

M. R. CLAUSIUS.

(Lu à la Société helvétique des Sciences naturelles à Genève, le 22 août 1865.)

Dans mon Mémoire « sur l'application du théorème de l'équivalence des transformations au travail intérieur[1], » j'ai introduit dans la théorie de la chaleur une quantité nouvelle relative à l'arrangement des particules d'un corps, que j'ai nommée la *disgrégation* du corps, et qui sert à exprimer le travail total que la chaleur peut faire, si des changements de l'arrangement ont lieu à des températures différentes. Supposons que l'état du corps subisse un changement infiniment petit, qui s'effectue d'une manière réversible, et nommons dL le travail total fait pendant ce changement ; désignons de plus par T la température absolue du corps et par A l'équivalent calorifique du travail, alors nous aurons, comme je l'ai exposé dans le Mémoire cité, l'équation suivante :

$$(1) \qquad dL = \frac{T}{A}\, dZ,$$

[1] *Annales de Poggendorff*, t. CXVI, p. 73 ; *Journal de Liouville*, 2e série, t. VII, p. 209 ; *Collection de mes Mémoires*, t. I, p. 242.

où Z est une quantité qui est complétement déterminée par l'état actuel du corps, sans qu'il soit nécessaire de connaître la voie par laquelle le corps est parvenu à cet état. Si l'état du corps est déterminé par deux quantités variables, Z sera une fonction de ces variables. C'est cette quantité Z que j'ai nommée la *disgrégation* du corps.

Le travail total L dont l'élément se trouve dans l'équation (1) est composé du travail intérieur et du travail extérieur que je désignerai par J et W. Le travail intérieur J est une quantité qui peut être exprimée, tout comme la disgrégation, par une fonction des deux variables qui déterminent l'état actuel du corps. Le travail extérieur W, au contraire, ne dépend pas seulement de l'état actuel du corps, mais aussi de la voie par laquelle le corps est parvenu à cet état.

Supposons que la température T et le volume v soient les deux variables qui déterminent l'état du corps, alors nous pourrons écrire :

$$dZ = \frac{dZ}{dT}\, dT + \frac{dZ}{dv}\, dv$$

$$dJ = \frac{dJ}{dT}\, dT + \frac{dJ}{dv}\, dv$$

Quant au travail extérieur dW, dans le cas où la seule force externe qui doit être surmontée pendant le changement d'état, est une pression p exercée à la surface du corps, on a l'équation suivante :

$$dW = p\,dv.$$

En introduisant ces valeurs de dZ, dJ et dW dans l'équa-

tion (1), après y avoir mis $dJ + dW$ au lieu de dL, on obtient :

$$\frac{dJ}{dT} dT + \left(\frac{dJ}{dv} + p\right) dv = \frac{T}{A} \left(\frac{dZ}{dT} dT + \frac{dZ}{dv} dv\right)$$

d'où suit :

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{T}{A} \cdot \frac{dZ}{dT} = \frac{dJ}{dT} \\ \frac{T}{A} \cdot \frac{dZ}{dv} = \frac{dJ}{dv} + p. \end{cases}$$

De ces équations on peut tirer une expression très-simple du coefficient différentiel $\frac{dZ}{dv}$. Dans ce but nous différentions la première équation par rapport à v et la seconde par rapport à T; on obtient :

$$\frac{T}{A} \cdot \frac{d^2Z}{dTdv} = \frac{d^2J}{dTdv}$$

$$\frac{1}{A} \cdot \frac{dZ}{dv} + \frac{T}{A} \frac{d^2Z}{dTdv} = \frac{d^2J}{dTdv} + \frac{dp}{dT}.$$

En retranchant la première de ces équations de la seconde et multipliant le reste par A, nous obtenons l'expression cherchée, à savoir :

$$(3) \qquad \frac{dZ}{dv} = A \frac{dp}{dT}.$$

Si l'on combine cette expression avec l'expression de $\frac{dZ}{dT}$ qui dérive de la première des équations (2), on peut former l'équation différentielle totale qui suit :

$$(4) \qquad dZ = \frac{A}{T} \frac{dJ}{dT} dT + A \frac{dp}{dT} dv.$$

Afin d'intégrer cette équation, nous prenons pour point de départ un état dans lequel la température et le volume sont T_0 et v_0, et nous désignons la valeur correspondant de Z par Z_0. Figurons-nous maintenant qu'en premier lieu la température varie de T_0 jusqu'à une valeur quelconque T, pendant que le volume reste invariablement v_0, et qu'en second lieu, à la température T, le volume varie de v_0 à v ; alors en suivant, dans l'intégration, cette voie de changements d'état, nous obtenons :

$$(5)\quad Z = Z_0 + A\int_{T_0}^{T}\left(\frac{1}{T}\cdot\frac{dJ}{dT}\right)_{v=v_0} dT + A\int_{v_0}^{v}\frac{dp}{dT}\,dv.$$

J'ai comparé, dans mon Mémoire, la quantité Z, déterminée de la manière indiquée, avec une quantité que M. Rankine a désignée par F, et qui est définie par l'équation :

$$(6)\qquad F = \int \frac{dp}{dT}\,dv,$$

où l'intégration doit être prise, dans la supposition d'une température constante, depuis un volume initial donné jusqu'au volume actuel. J'ai dit que cette quantité F n'est pas identique à la quantité $\frac{1}{A}Z$, mais qu'elle en diffère, en général, par une fonction de T. On voit facilement que la fonction de T dont il s'agit est l'intégrale

$$\int_{T_0}^{T}\left(\frac{1}{T}\cdot\frac{dJ}{dT}\right)_{v=v_0} dT$$

qui se trouve dans l'expression de $\frac{1}{A} Z$ donnée par l'équation (5) et ne se trouve pas dans l'expression de F. J'ai ajouté que dans le cas où l'on a $\frac{dJ}{dT} = o$, ce qui arrive pour les gaz parfaits, les deux quantités peuvent être considérées comme égales.

Dans une exposition de la théorie mécanique de la chaleur de M. Paul de Saint-Robert, récemment publiée[1], cet auteur distingué énonce l'opinion que la différence entre F, et $\frac{1}{A} Z$ mentionnée par moi n'existe pas. Mais je ne puis acquiescer à son raisonnement, et je crois que les simplifications qu'il a introduites dans les formules par ce raisonnement ne sont pas généralement admissibles.

M. de Saint-Robert suppose que, si l'espace qu'on laisse libre au corps considéré devient très-grand, le corps sera, à chaque température, réduit à l'état de gaz parfait, c'est-à-dire à un état où il n'y a plus de travail intérieur et où l'on peut mettre, par conséquent, $\frac{dJ}{dT} = o$. Cela posé, si, dans l'équation (5), on prend comme état initial un état où le volume v_0 soit très-grand, on aura :

$$(7) \qquad \int_{T_0}^{T} \left(\frac{1}{T} \cdot \frac{dJ}{dT} \right)_{v=v_0} dT = 0,$$

[1] *Principes de thermodynamique*, par Paul de Saint-Robert. Turin, 1865.

et par là l'équation (5) se réduit à :

$$(8) \qquad Z = Z_0 + A \int_{v_0}^{v} \frac{dp}{dT}\, dv$$

Ainsi, on arrive au résultat que la quantité $\frac{1}{A} Z$ coïncide avec la quantité F définie par l'équation (6).

Mais on voit que la justesse de cette conclusion dépend de la justesse de la supposition qu'a faite M. de St-Robert. C'est donc sur celle-ci que doit principalement se porter l'attention.

M. de Saint-Robert dit à la fin de ses considérations (p. 91 de son livre), qu'il a supposé que tous les corps de la nature peuvent, au moyen de la chaleur, passer à l'état de gaz parfait, et il ajoute : « Quoiqu'il existe des corps réfractaires à nos moyens, nous sommes autorisés cependant à induire de toutes les expériences connues que tous les corps convergent, à mesure que leur température s'élève, vers cet état de gaz parfait ; ce qui suffit pour nos raisonnements. »

Ce passage ne correspond pas aux calculs qu'il a faits. Pour que l'équation (7), par laquelle l'équation (5) est réduite à l'équation (8), soit généralement exacte, il est nécessaire que l'on aie :

$$\frac{dJ}{dT} = 0,$$

non-seulement à des températures très-hautes, mais à toutes les températures considérées. On doit donc, pour admettre les formules de M. de Saint-Robert, supposer que chaque corps, *à chaque température*, passe à l'état

de gaz parfait, quand l'espace qui lui est donné pour l'expansion devient assez grand.

Cela me semble être inexact pour beaucoup de corps ; par exemple, pour un morceau de fer, de quartz ou d'un autre corps semblable, on ne pourra dire qu'à des températures basses il suffit d'augmenter le volume dans lequel il peut librement se dilater, pour le faire passer à l'état de gaz parfait.

Même des corps tels que l'eau, l'acide carbonique et d'autres liquides ou gaz composés, présentent, à cet égard, plus de difficulté qu'on ne le croirait peut-être au premier aspect. On sait, surtout par les belles expériences de M. H. Sainte-Claire Deville, que ces corps peuvent être dissociés par l'action de la chaleur. Cette dissociation exige sans doute du travail intérieur. Si donc on ne suppose pas qu'à des volumes très-grands il s'effectue, à chaque température, une dissociation complète, on ne pourra supposer non plus que l'équation

$$\frac{dJ}{dT} = 0$$

soit exacte à chaque température.

On voit par là qu'en général l'expression de $\frac{1}{A}Z$ tirée de l'équation (5) ne coïncide pas avec l'expression F donnée par l'équation (6), mais que c'est seulement dans des cas spéciaux que ces deux quantités peuvent être considérées comme égales, tout comme je l'ai dit de prime abord.

En terminant je me permettrai de dire encore quelques mots sur un autre sujet.

Il y a une différence essentielle entre mes opinions e

celles de M. Rankine sur la capacité calorifique vraie des corps. M. Rankine croit que la capacité calorifique vraie d'un même corps peut avoir des valeurs différentes, quand ses états d'aggrégation sont différents, tandis que j'ai exposé des raisons qui me font croire que la capacité calorifique vraie d'un corps doit être la même dans tous ses états d'aggrégation.

Maintenant M. de St-Robert fait la même supposition que la capacité calorifique vraie d'un corps est égale dans tous ses états, et que, par conséquent, la quantité de chaleur contenue dans un corps est proportionnelle à sa température absolue ; mais, au lieu de faire mention des raisons qui m'ont conduit à cette conclusion, il dit simplement (p. 83) : « La température t étant la manifestation extérieure de la chaleur H contenue dans un corps sous sa forme originaire de chaleur, il s'ensuit que toutes les fois qu'un corps a la même température, il doit avoir la même quantité de chaleur interne. »

Je ne peux croire que l'on considérera cette raison comme suffisante. Il ne me semble pas immédiatement clair que la manifestation extérieure de la chaleur doive être la même dans les divers états d'aggrégation. Si la conclusion dont il s'agit pouvait être tirée d'une manière si simple, certes un savant aussi ingénieux que M. Rankine ne serait pas d'une opinion contraire.

QUARANTE-NEUVIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

SECOND ARTICLE [1].

SEANCES DES SECTIONS DU 22 ET 23 AOUT 1865.

PHYSIQUE ET CHIMIE RÉUNIES.

Président : M. le Prof. A. MOUSSON, de Zurich.
Secrétaires : M. le Prof. HAGENBACH, de Bâle.
M. Marc DELAFONTAINE, de Genève.

M. le prof. *Wiedemann* communique ses recherches sur le magnétisme des sels de nickel, cobalt, fer et manganèse, qu'il a déterminé à l'aide d'une balance de torsion. Le magnétisme de ces sels en dissolution est proportionnel à la quantité dissoute ; une élévation de température de 0° à 100° le fait constamment diminuer de 0,325. L'auteur appelle *magnétisme spécifique* le magnétisme de l'unité de poids, et il trouve que pour les combinaisons homologues d'un même métal, le produit du poids atomique par le magnétisme spécifique est constant, ou en d'autres termes que chaque atome pos-

[1] Pour le premier article, voyez p. 32, *Archives*, septembre 1865.

sède le même magnéitsme. Il y a une relation intéressante entre le produit ci-dessus mentionné, pour des sels de de ces métaux appartenant à une même série isomorphe (homologues); cette relation est telle que si on représente celui du cobalt par $Co = a$, on aura

$$Co = a, \; Ni = a + b, \; Fe = a + \frac{b}{2}, \; Mn = a + 2\,b.$$

Le magnétisme des sels de protoxyde de fer est plus grand que celui des sels de sesquioxyde: pour ces derniers la basicité du composé le fait diminuer, tandis que la présence d'un excès d'acide l'augmente.

M. le prof. *Schönbein* fait une communication sur les réactions de la *cyanine*[1].

La cyanine sur laquelle M. Schönbein a expérimenté, est une matière colorante dérivée de la leucoline ou de la lépidine, obtenue dans la fabrique de MM. Muller, à Bâle. Elle forme des cristaux d'un beau vert, qui se dissolvent facilement dans l'alcool, en produisant une dissolution bleu-violet foncé, douée d'un pouvoir tinctorial considérable, puisqu'elle peut communiquer sa couleur bleue à un grand volume d'eau. Une analyse, due à MM. Nadler et Merz, conduit, pour la cyanine, à la formule empirique $C^{56}\,H^{33}\,Az^{2}\,I$. L'eau teinte en bleu par la cyanine est un réactif excessivement sensible pour les acides, dont une trace suffit pour la décolorer d'une manière instantanée, tandis qu'une quantité également très-minime d'un alcali la fait revenir à son état primitif. L'action de l'acide sulfureux offre une particularité

[1] Ce travail de M. Schönbein est publié dans les *Actes de la Société des sciences naturelles de Bâle*, 4e partie, 2e cahier.

intéressante, à savoir que si l'on plonge dans un flacon de gaz sulfureux un papier bleui par la cyanine et encore humide, il se décolorera complétement, mais qu'il reprendra sa couleur par une agitation de quelques secondes à l'air libre. Une bande de papier bleuie comme la précédente est décolorée par le chlore, mais la couleur n'est pas détruite, car elle reparaît par une immersion dans les gaz ammoniac sulfhydrique ou sulfureux. La dissolution du cyanine est également décolorée par l'ozone; les acides arsénieux, sulfureux, sulfhydrique, cyanhydrique et pyrogallique font reparaître le bleu pour un temps plus ou moins court; la couleur est rétablie aussi, mais d'une manière durable, par le cyanoferrure et l'iodure de potassium, ainsi que par l'acide iodhydrique. La cyanine qui a subi l'action de l'ozone a acquis, entre autres propriétés nouvelles, celle de bleuir graduellement par une exposition à la lumière solaire; c'est pourquoi M. Schönbein lui donne le nom de *photocyanine*. L'acide plombique, et en général les corps que M. Schönbein appelle ozonides, se comportent de la même manière que l'air ozonisé.

Toutes les cyanines répandues dans le commerce ne sont pas identiques, car plusieurs d'entre elles ne se prêtent pas aux réactions exposées ci-dessus.

Le savant professeur termine son intéressante communication en montrant la décomposition de l'eau de chlore sous l'influence de l'éponge de ruthénium, influence tout à fait semblable à celle de la lumière, mais beaucoup plus énergique, puisqu'elle permet de recueillir en peu d'instants des quantités notables d'oxygène.

PHYSIQUE[1].

Président : M. le Prof. A. MOUSSON.
Secrétaires : M. le Prof. HAGENBACH.
M. Adolphe PERROT, de Genève.

M. le prof. *A. Descloizeaux*, de Paris, parle de l'étude des propriétés optiques biréfringentes des cristaux. La détermination exacte de la forme des cristaux soit naturels, soit artificiels, est d'une grande importance, surtout au point de vue des questions qui se rattachent à l'isomorphisme ou au dimorphisme. Cette détermination peut rester incertaine quand on a entre les mains des cristaux incomplets; mais l'incertitude disparaît quand, par suite de la transparence du corps, on peut joindre à l'examen cristallographique des épreuves optiques convenables. Les plus décisives de ces épreuves consistent à rechercher :

1° Si la substance jouit ou ne jouit pas de la double réfraction ;

2° Dans le cas de la double réfraction, si celle-ci est à un ou à deux axes optiques;

3° Dans le cas de deux axes optiques, l'orientation du plan qui les contient et surtout la position des bissectrices par rapport aux axes cristallographiques.

M. Descloizeaux discute ensuite la valeur, par rapport à la détermination des espèces, de plusieurs autres caractères, tels que l'écartement des axes, le sens positif ou négatif de l'axe unique ou de la bissectrice, etc. ; puis il décrit les appareils et les procédés les plus convena-

[1] Après les deux communications qui précèdent, les sections de chimie et de physique se sont séparées.

bles pour entreprendre les recherches énumérées plus haut.

L'étude des propriétés optiques est encore très-précieuse pour la détermination des cristaux dépourvus de modifications et aussi pour celle des formes-limites, telles que les rhomboèdres très-voisins du cube, et les octaèdres carrés ou les rhomboèdres basés assez voisins de l'octaèdre régulier pour qu'on ne puisse les en distinguer géométriquement; leur action sur la marche des rayons lumineux les différencie très-nettement les uns des autres, fait dans lequel on trouve une preuve de l'incompatibilité des six systèmes cristallins.

M. Descloizeaux a examiné les modifications provoquées par une élévation de température dans les propriétés biréfringentes des cristaux, et il a trouvé :

1° Sur 69 cristaux en prisme rhomboïdal droit, 21 à deplacement notable des axes optiques avec forte dispersion des axes correspondant aux diverses couleurs (exemple : mycose, autunite, sorbine, sillimanite, nitre, pérowskite); — 8 à déplacement notable avec dispersion faible (cordiérite, harmotome, citrate de soude, sulfate de potasse); — 9 à déplacement faible avec dispersion forte (santonine, staurotide, arragonite, anglésite, exitèle; prussiate rouge de potasse); — 11 à déplacement faible avec dispersion faible ou nulle (mica, antigorite, strontianite, mésotype); — 5 sans déplacement, avec dispersion notable (karsténite, wöhlerite, hyposulfate de soude); — 15 sans déplacement, avec dispersion très-faible ou nulle (bronzite, hypersthène, glucosate de sel marin, libéthénite, talc, stilbite, thomsonite).

2° Sur 24 prismes rhomboïdaux obliques ayant leurs axes optiques compris dans le plan de symétrie, 14 à dé-

placement plus ou moins grand des axes optiques avec déplacement notable de leur bissectrice (gypse, glaubérite, orthose de l'Eifel, sucre de canne); — 1 à écartement notable des axes, sans déplacement sensible de la bissectrice (pargasite); — 1 à léger écartement des axes, avec déplacement très-faible de la bissectrice (sphène); — 6 sans changement apparent dans la position des axes ou de la bissectrice (datholite, malachite, laumonite, wollastonite, wagnerite).

3° Sur 16 prismes rhomboïdaux obliques dont les axes optiques sont dans un plan parallèle à la diagonale horizontale, 5 offrent un rapprochement très-notable des axes (adulaire, glaubérite, huréaulite); — 3 un rapprochement très-faible (monazite, taurine); — 2 un écartement notable (heulandite, gay-lussite); — un écartement très-faible (baryto-calcite, borax, brewstérite); — 3 sans changement appréciable (castor, sulfate de cadmium).

4° Sur 5 prismes doublement obliques, 2 offrent un léger écartement des axes (albite, axinite); — 3 n'éprouvent aucun changement (disthène, ambligonite, sassoline).

5° Sur onze cristaux uniaxes à plages d'apparence biaxe, aucun n'éprouve le moindre changement, pas plus qu'il ne présente de dispersion. Cette nullité d'action permet de distinguer immédiatement les pennines (rhomboédrique) du clinochlore (prisme rhomboïdal oblique), avec lequel elles ont une si grande ressemblance extérieure.

En résumé, aucun cristal uniaxe n'est modifié par la chaleur par ses plages à apparence biaxe; un petit nombre de cristaux biaxes à axes rapprochés et sans dispersion sont dans le même cas. Dans les cristaux en prisme

rhomboïdal droit, une forte dispersion des axes est en général accompagnée par une modification notable dans l'écartement de ceux-ci sous l'influence de la chaleur; cependant une dispersion forte peut être accompagnée d'un changement faible, et *vice versâ*. Le plus rare est une dispersion forte sans déplacement des axes (5 fois sur 69).

M. le prof. *Dove*, de Berlin, à l'occasion de la communication de M. Descloizeaux, indique deux méthodes pour distinguer les cristaux à un axe et ceux à deux axes.

M. le prof. *C. Cellérier* fait une communication au sujet d'un pendule à réversion qui se trouve maintenant à l'observatoire de Genève, et qui doit servir à mesurer la force de la pesanteur dans diverses localités de la Suisse. Cet appareil permet d'éviter les erreurs dues à la présence de l'air, les seules qui aient une importance réelle. La résistance est plus forte pendant la période descendante de l'oscillation, à cause de la vitesse acquise par l'air ambiant; il en résulte un effet spécial, assimilable à un accroissement de la poussée, accroissement variable, inconnu, qui peut aller jusqu'à la doubler et au delà. Or son effet est d'altérer de plus d'un millimètre la valeur calculée de la gravité; ce qui laisse quelque incertitude sur les mesures anciennes.

Dans le pendule nouveau, la suspension se fait tour à tour par deux couteaux, centres d'oscillations réciproques; la forme est symétrique, la masse ne l'est pas; la durée d'oscillation qui correspond à la distance des couteaux prise pour longueur du pendule, est altérée soit par la résistance de l'air, soit par d'autres causes; mais

on peut démontrer que, pour les deux modes de suspension, les altérations sont inverses des bras de levier, ce qui permet, par les deux observations, de calculer la durée théorique réduite au vide, au moyen de formules très-simples.

M. le prof. *L. Dufour* donne quelques renseignements sur les expériences qu'il a faites en vue d'étudier les courants électriques terrestres au moyen d'un fil télégraphique allant de Lausanne à Berne. M. Dufour rappelle qu'il s'agit essentiellement d'*essais* ayant pour but de voir comment des recherches définitives devraient être conduites. Parmi les résultats obtenus, il cite les suivants :

1° Le courant terrestre était plus ordinairement dirigé de Berne à Lausanne que dans la direction inverse. Le fait peut provenir de diverses circonstances : inégale situation des plaques métalliques dans le sol, altitude inégale des deux stations, situation plus boréale de Berne (27,000^{m}), dans le sens du méridien magnétique.

2° Le courant terrestre varie d'intensité d'un moment à l'autre. Des courbes placées sous les yeux de la Section montrent la variation.

3° La variabilité du courant est sensiblement plus grande le matin que le soir.

4° Des essais ayant pour but de produire des courants de polarisation sur la ligne Lausanne-Berne n'ont jamais donné de résultats positifs. En se servant de plaques de terre très-peu éloignées (50^{m}), M. Dufour a obtenu, au contraire, des courants de polarisation très-prononcés.

M. le prof. *Volpicelli*, de Rome, présente un mémoire

intitulé : *Rectification du coefficient de condensation communément adopté pour le condensateur voltaïque.*

En considérant le cas le plus simple du condensateur de Volta, soient :

γ_1 la charge induisante communiquée au plateau collecteur par une source d'électricité *inépuisée* et *constante ;*

v_1 la partie de cette charge, que l'on peut concevoir comme étant absolument captive ou dissimulée ;

c_1 l'autre partie de la première charge qui est absolument libre, c'est-à-dire que recevrait le plateau lui-même, s'il communiquait tout seul avec la source ;

γ_2 la charge induite dans le plateau condensant, mis en communication avec un corps constamment neutre;

m un nombre moindre que l'unité.

Si l'on suppose qu'en faisant communiquer le plateau collecteur avec un corps *sensiblement* neutre, tandis que le plateau condensant est isolé, la seule charge c_1 disparaisse du premier plateau, et qu'il conserve la charge v_1 tout entière, *supposition* qui n'a pas été jusqu'à présent soumise à l'expérience, on arrive aux deux équations suivantes :

$$\gamma_1 = \frac{1}{1-m^2} c_1 , \quad \gamma_2 = - \frac{m}{1-m^2} c_1 ,$$

que l'on rencontre dans tous les traités de physique ; et par suite, le coefficient de condensation doit être :

$$\frac{1}{1-m^2}$$

Mais, en réfléchissant, on voit : 1° Que si l'on fait communiquer le plateau collecteur avec un corps à l'état neutre, l'équilibre électrique entre les deux se trouble.

2° Que la perte c_1, faite dans ce cas par le plateau collecteur, doit produire une modification dans la charge γ_1 du plateau condensant. 3° Que cette modification consiste en ce qu'une partie de la charge γ_2 devient libre. 4° Que ce dernier fait a pour conséquence la mise en liberté d'une partie de la charge $\gamma_1 - c_1$, restée sur le plateau collecteur, afin que l'équilibre électrique soit rétabli entre ces deux plateaux. De tous ces faits, on déduit aisément qu'en faisant communiquer le plateau collecteur avec un corps sensiblement neutre, tandis que le plateau condensant est isolé, la charge perdue par le premier de ces deux plateaux est plus grande que c_1, contrairement à la supposition généralement adoptée. Au contraire, si l'on applique ce principe, que l'action est toujours égale et contraire à la réaction, nous pourrons poser :

$$v_1 = -\gamma_2,$$

et l'on arrive alors aux formules

$$\gamma_1 = \frac{1}{1-m} c_1 , \quad \gamma_2 = \frac{-m}{1-m} c_1 ;$$

et le nouveau coefficient de condensation doit être :

$$\frac{1}{1-m}$$

au lieu de la valeur indiquée précédemment.

M. Volpicelli a fait deux séries d'expériences dont les résultats confirment l'exactitude de ces dernières formules.

Il termine sa communication par quelques observations à l'appui de sa théorie qui admet que l'électricité dissimulée est privée de tension et cite en particulier l'expérience suivante :

On prend le plateau supérieur pour collecteur, on

charge comme à l'ordinaire l'instrument, en faisant communiquer avec le sol l'autre plateau placé sous le premier. Ensuite, supprimant cette communication, on donne avec un *très-petit* plan d'épreuve, au plateau induit, une très-faible charge électrique de même nom que l'induisante, c'est-à-dire de nom contraire à l'induite ; aussitôt la feuille d'or donne des signes de tension. Donc l'électricité induite n'a point neutralisé cette charge communiquée par le plan d'épreuve, bien qu'elle fût très-faible, relativement à la première; donc l'induite n'a point de tension, et peut *coexister* avec l'électricité de nom contraire sans se neutraliser avec elle.

M. le prof. *R. Clausius* lit une note sur la disgrégation des corps [1].

M. le prof. *J. Tyndall*, de Londres, a répété devant la Société ses expériences sur les radiations obscures et lumineuses [2].

M. le colonel *E. Gautier* lit une note sur la constitution du Soleil [3].

M. le prof. *Lissajous*, de Paris, résume les principes fondamentaux de la méthode qui lui a permis de faire

[1] Cette note est reproduite en entier dans ce numéro (voyez p. 119).

[2] Ces expériences, qui sont connues des lecteurs de ce recueil (voyez *Archives*, 1865, t. XXII, p. 41), ont été effectuées par M. Tyndall dans le laboratoire de M. A. de la Rive, à la fin de la séance du mardi 22 août.

[3] Nous avons publié ce travail dans notre précédent numéro, (voyez p. 21).

l'étude des phénomènes acoustiques, non plus en jugeant des sons par l'ouïe, mais bien par la vue. Il insiste surtout sur la partie pratique de la méthode et donne pour la description des divers appareils qu'il a imaginés ce genre de recherches.

M. le prof. *A. Gautier* présente un travail sur les résultats des observations faites en 1864 dans 74 stations météorologiques suisses[1].

M. *G. Hasler* fait la démonstration d'un appareil qu'il a construit sur les indications de M. Wild.

Cet appareil a pour but d'enregistrer automatiquement les observations météorologiques : température, hauteur barométrique, vitesse et direction du vent, quantité d'eau tombée, etc.

M. *Cauderay* fait une communication sur les procédés électrochimiques qu'il emploie pour l'appointissage des aiguilles et des épingles ; il fait circuler des échantillons des produits qu'il a déjà obtenus.

CHIMIE.

Président : M. le Prof. SCHŒNBEIN, de Bâle.
Secrétaires : MM. le Prof. SCHWARZENBACH, de Berne.
Marc DELAFONTAINE, de Genève.

M. le prof. *E. Frankland*, de Londres, fait, en anglais, une communication sur la constitution des acides appartenant aux séries acétique, lactique et acrylique.

[1] Le mémoire de M. A. Gautier est imprimé dans ce numéro (voyez p. 97).

Ses recherches sur ce sujet ont été faites en commun avec M. *Duppa* [1]. Ils ont réussi à obtenir de l'acide acétique lui-même, les membres les plus élevés de sa série, par la substitution, dans cet acide, atome pour atome, des radicaux alcooliques (méthyle, éthyle, etc.) à l'hydrogène. Ils ont construit de la même manière, en grand nombre, des membres nouveaux de la série lactique par la substitution à un atome d'oxygène (O = 16) de l'acide oxalique des atomes des radicaux alcooliques, et ils ont aussi produit plusieurs membres de la série acrylique, par l'abstraction d'un atome d'eau dans la série précédente.

Ces recherches ont conduit aux conclusions suivantes :

1° Les acides des trois séries en question sont construits sur le type radical ; ce sont tous des doubles radicaux composés d'un constituant positif (basylous), et d'un constituant négatif (chlorous).

2° Le membre négatif est le même dans tous, et il consiste en un atome de méthyle, dont deux atomes d'hydrogène sont remplacés par un d'oxygène, et l'autre par un atome d'hydroxyle, ainsi :

$$C \left\{ \begin{array}{l} O'' \\ O\,H \end{array} \right.$$

C'est ce constituant négatif qui détermine la basicité de ces acides.

3° Le nombre positif est variable, soit homologuement, soit hétérologuement. La variation homologue produit

[1] Voy. *Proceed. Royal Soc. Lond.* XII, 396 ; XIII, 140 ; IV, 17, 79, 83, 191 et 198. *Journ. Chem. Soc.* XVIII, 133.

les différents membres de chaque série. Ainsi, dans la série acétique, nous avons :

$$\left\{\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l}H\\H\\H\end{array}\right. \\ C\left\{\begin{array}{l}O''\\OH\end{array}\right.\end{array}\right. \qquad \left\{\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l}C\,H^3\\H\\H\end{array}\right. \\ C\left\{\begin{array}{l}O''\\O\,H\end{array}\right.\end{array}\right. \qquad \left\{\begin{array}{l} C\left\{\begin{array}{l}C^2\,H^5\\H\\H\end{array}\right. \\ C\left\{\begin{array}{l}O''\\O\,H\end{array}\right.\end{array}\right.$$

Acide acétique. *Acide propionique.* *Acide butyrique.*

D'autre part, sa variation hétérologue donne naissance aux différentes séries d'acides, dont les acétique, lactique et acrylique sont des exemples. Dans la série acétique, le constituant positif est toujours ou du méthyle, ou un radical alcoolique en dérivant (sauf dans l'acide formique où il est de l'hydrogène). Dans la série lactique, c'est un radical alcoolique dérivé du méthyle dans lequel un des atomes typiques d'hydrogène est remplacé par l'hydroxyle(O H) ; tandis que dans la série acrylique c'est un radical alcoolique semblable, dans lequel deux des atomes typiques d'hydrogène sont remplacés par un membre diatomique de la famille du gaz oléfiant.

Les relations de ces trois séries d'acides entre elles et avec le méthyle peuvent donc être exprimées de la manière suivante.

SÉRIE ACÉTIQUE. SÉRIE LACTIQUE.

$$C^2\left\{\begin{array}{l}H\\H\\H\\\hline H\\H\\H\end{array}\right. \qquad C^2\left\{\begin{array}{l}H\\H\\H\\\hline O''\\O\,H\end{array}\right. \qquad C^2\left\{\begin{array}{l}H\\H\\O\,H\\\hline O''\\O\,H\end{array}\right. \qquad C^2\left\{\begin{array}{l}H\\C\,H''_2\\\hline O''\\O\,H\end{array}\right.$$

Méthyle. *A. acétique.* *A. glycollique.* *A. acrylique.*

M. le prof. *J. Persoz*, de Paris, entretient la section de ses vues sur la formation et la constitution des acides.

Un grand nombre de chimistes considèrent ou considéraient les acides comme provenant tous de l'oxydation directe des éléments (acides minéraux) ou de radicaux en jouant le rôle (acides organiques). M. Persoz s'est depuis longtemps élevé contre cette manière de voir : à l'égard des acides minéraux, il a montré que, si plusieurs d'entre eux prennent naissance par l'oxydation directe d'un corps simple (acide sulfureux, par exemple), il en est d'autres qui ne se forment que par des voies indirectes telles, par exemple, que l'action de l'oxygène naissant, etc. L'orateur formule à part, dans ces acides, une partie de l'oxygène qui n'y est évidemment pas dans le même état que le reste (l'acide sulfurique SO^3 devient $SO^2 + O$). Quant à ce qui concerne les acides organiques, M. Persoz croit pouvoir poser en principe qu'aucun d'eux n'est le produit de l'oxydation d'un radical. En tenant compte des divers modes de décomposition de l'acide acétique, ce chimiste a été amené à voir dans celui-ci, non plus du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène, mais bien du carbone, de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique, combinés d'une manière intime, mais susceptibles d'être dissociés dans un ordre déterminé, ce qui permet de se rendre compte de l'action de l'eau, et des bases soit à froid, soit à chaud sur l'acide acétique.

Tous les acides organiques sont engendrés par des réactions qui reviennent, au fond, à mettre en présence l'acide carbonique avec l'hydrogène ou ses carbures ; la synthèse de l'acétate de soude opérée par M. Wanklyn, au moyen de l'acide carbonique et du sodium-méthyle, vient à l'appui de cette manière de voir. L'acide carbonique est donc le générateur de tous les acides végétaux ou animaux. Pour pouvoir mieux expliquer les phéno-

mènes auxquels donne lieu la décomposition de ces acides, M. Persoz a adopté la disposition d'un parallélogramme divisé en trois ou quatre compartiments : dans celui de gauche (cellule primaire) est inscrite la formule du radical de l'acide dont les éléments peuvent varier ; dans les deux ou trois autres, à droite (cellules secondaires), figurent les volumes d'oxyde de carbone et ceux d'hydrogène qui sont susceptibles d'entrer en mouvement ; enfin, en regard du parallélogramme figure, avec l'oxyde de carbone, l'oxygène polaire qui lui est associé et qui détermine la capacité de saturation de chaque acide. Un grand nombre d'exemples pris dans les différents groupes d'acides sont mis sous les yeux de l'assemblée ; en voici deux :

L'acide acétique $C^4 H^3 O^3$, HO devient :

$C^2 H^2$	$\frac{H}{CO}$	$CO + O + aq.$

L'acide carbonique résulte de l'action de deux équivalents d'acide carbonique sur l'ammoniaque : $Az H^2 C^2 O^3$, HO.

$Az H$	$\frac{H}{CO}$	$CO + O + aq.$

M. le prof. *Piccard*, de Zurich, fait connaître un dépôt ou gisement de phosphate de chaux en noyaux ou rognons dans les couches du gault d'Yberg, près d'Einsiedeln (Schwytz). Ces morceaux sont sûrement des coprolites d'animaux vivant à cette époque dans les mers de la Suisse, et que la suite des temps a métamorphosés

en les rendant plus compactes ; leur teneur en phosphate de chaux varie de 10 à 30 et même 42 pour $^0/_0$. L'agriculture moderne consomme des quantités énormes d'engrais qu'elle emprunte aux déjections animales, aux champs de bataille (ossements), aux îles de guano, aux dépôts de coprolites et aux bonebeds ; toutes ces sources sont ou insuffisantes ou en voie de s'épuiser, et c'est en vue de les remplacer en quelque mesure, pour notre pays, que M. Piccard a fait des recherches qui l'ont conduit à la découverte des dépôts d'Yberg.

Le même membre fait connaître un phosphate bibasique de chaux en cristaux petits, mais mesurables cependant, obtenus par l'action sur le phosphate tribasique d'une quantité d'acide chlorhydrique insuffisante pour en transformer plus de la moitié en phosphate monobasique. Ces cristaux ont pour formule : $HO, 2\,CaO + PhO^5$, on peut les considérer comme résultant de l'union d'une molécule du sel tricalcique avec une du sel monocalcique :

$$\left.\begin{matrix}Ca\,O\\ Ca\,O\\ Ca\,O\end{matrix}\right\}Ph\,O^5+\left.\begin{matrix}Ca\,O\\ H\,O\\ H\,O\end{matrix}\right\}Ph\,O^5=2\left.\begin{matrix}Ca\,O\\ Ca\,O\\ H\,O\end{matrix}\right\}Ph\,O^5.$$

M. Piccard montre, en outre, un petit appareil destiné à accélérer les filtrations lentes et en particulier celle des précipités gélatineux. Cet appareil consiste en un tube qui s'ajoute en prolongation de celui de l'entonnoir, et qui est courbé de telle sorte, que sa forme est celle de deux branches placées sur une même ligne droite et reliées par un anneau.

M. *Marc Delafontaine* présente un petit échantillon d'indium métallique et un d'oxyde anhydre de même

métal, qui lui ont été donnés par M. Reich, à Freiberg. Il rappelle à cette occasion les propriétés de l'indium et ses réactions les plus caractéristiques.

GÉOLOGIE.

Président : M. le Prof. STUDER, de Berne.
Secrétaires : MM. P. DE LORIOL, de Genève.
Casimir MŒSCH, de Zurich.

M. *C. Mayer* donne la coupe du terrain crétacé de la vallée de Justi, dans l'Oberland bernois. A la base de couches évidemment néocomiennes, il en rencontre d'autres qu'il regarde comme valangiennes, en se basant, soit sur leur position stratigraphique, soit sur la présence de quelques fossiles valangiens, entre autres de la *Terebratula Collinaria,* d'Orb.

Ces conclusions donnent lieu à une discussion étendue à laquelle prennent part MM. *Lory, Renevier, Escher, Cotteau, Ducret.* M. *Pictet* ne croit pas que les couches inférieures du Justithal soient l'équivalent exact du valangien du Jura. Cet étage, avec ses fossiles les plus caractéristiques, n'a encore été constaté que dans une région peu étendue, et l'on a, suivant lui, un peu dépassé l'enseignement direct fourni par les faits, en attribuant ce nom à quelques gisements qui en diffèrent d'une manière notable au point de vue paléontologique. M. *Desor*, au contraire, attribue une importance stratigraphique plus grande au valangien, qui a un caractère d'homogénéité et de constance remarquable.

M. le prof. *A. Favre* donne des détails sur une couche récemment retrouvée au Salève, où elle avait

été signalée précédemment par M. Mousson; elle est supérieure à l'urgonien, et renferme des fossiles assez mal conservés qui semblent se rapprocher de ceux du terrain nummulitique; mais on n'y a pas rencontré jusqu'ici de nummulites.

M. le prof. *Capellini*, de Bologne, expose le résultat de ses études sur les Phyllites du Nebraska; il les a rencontrées à un niveau inférieur à la craie à *Inoceramus concentricus*, et il a pu y recueillir de nombreux végétaux fossiles, sur lesquels M. le prof. *Heer* donne quelques renseignements. Aucune des espèces déterminées ne se retrouve en Europe; leur ensemble offre des rapports avec la flore tertiaire et aussi avec celle du crétacé supérieur. M. Heer estime, du reste, que ces deux flores ont entre elles des relations plus étroites qu'on ne le croit généralement.

M. le prof. *Heer* présente ensuite 50 planches de sa flore primaire et secondaire de la Suisse; elles sont consacrées aux plantes du terrain carbonifère, du Keuper, des couches jurassiques et crétacées, et aussi à celles du Flysch; il ajoute quelques observations sur le caractère de ces diverses flores.

M. *Cotteau*, d'Auxerre, qui vient de terminer dans la *Paléontologie française* la description des Oursins réguliers du terrain crétacé de France, expose les résultats de ce vaste travail au point de vue géologique. Il a décrit et fait figurer 242 espèces, dont aucune, jusqu'à présent du moins, ne se retrouve soit dans les terrains jurassiques, soit dans les terrains tertiaires. Généralement

les espèces sont assez localisées dans les divers étages, quelques-unes seulement passent d'un étage à l'autre.

M. le prof. *Desor* rappelle les preuves à l'appui de la théorie de M. Escher, d'après laquelle le fœhn, arrivant du Sahara, aurait eu une grande part à la fonte des glaces de l'époque glaciaire. Une des causes de ce phénomène aurait été, par conséquent, le desséchement de la mer Saharienne. M. Desor combat les objections faites à cette théorie et en particulier l'opinion de M. Dove, lequel estime que c'est la partie tropicale de l'Océan Atlantique, et non le Sahara qui nous envoie des vents chauds.

M. *B. Dausse,* de Paris, fait observer que les lacs des Alpes ont beaucoup diminué et que l'air ambiant, rendu par là moins humide, a dû contribuer à la réduction des anciens glaciers. Les lacs des Alpes se sont, en effet, abaissés par l'érosion et la rupture de leurs bords, la plupart à plusieurs reprises, entre lesquelles ils ont stationné à des niveaux qui sont encore souvent reconnaissables par la disposition des couches de dépôts. Ainsi, on trouve des traces de l'ancien niveau du lac d'Orta et du lac Majeur, qui indiquent que ces deux lacs, ainsi que ceux de Varèze et de Lugano, devaient former jadis un seul lac immense, dont le niveau dominait d'environ 250 mètres le niveau actuel du lac Majeur.

M. *Renevier* et M. *Ball* présentent quelques observations relatives au même sujet.

M. le prof. *Favre* fait une communication sur la limite supérieure du niveau des blocs erratiques dans la vallée du Rhône depuis le val Ferret jusqu'aux plaines de la

France, au delà de Belley, sur une longueur de 250 kilomètres. Cette limite est très-élevée dans le val Ferret, sa pente est rapide jusqu'à Martigny ; elle est moins forte jusqu'à Villeneuve. A partir de ce point elle se maintient horizontale à l'élévation d'environ 1200 mètres au-dessus du niveau de la mer, jusqu'au Colombier, en dessus de Seyssel ; au delà de Belley, les blocs erratiques atteignent encore le niveau de 1000 mètres. M. Favre conclut que le glacier présentait une surface à peu près horizontale sur une longueur d'environ 180 kilomètres et formait ce qu'il appelle un *glacier-lac*. Il avait pour cause les obstacles formés par le mont de Sion, le Jorat, etc., élevés d'environ 600 mètres, par-dessus lesquels la glace devait passer pour trouver un écoulement.

La communication de M. Favre donne lieu à une discussion prolongée à laquelle prennent part MM. *Escher*, *Dollfuss*, *Martins*, *Tyndall* et *Ball*.

M. *de Mortillet*, de Paris, explique une coupe prise à Saint-Jean près Genève, dont l'examen l'amène à conclure que le creusement actuel du lac Léman doit être attribué à l'action glaciaire. Sa dépression aurait été produite à une époque antérieure, puis remplie de gravier par des cours d'eau et déblayée ensuite par le glacier.

M. *Gilliéron* donne quelques détails sur ses courses récentes dans le canton de Fribourg, et entre autres sur les relations du trias et de l'infralias, entre lesquels il n'a pu observer une ligne de démarcation bien sensible.

M. le prof. *Lory*, de Grenoble, fait observer que dans le Dauphiné, la limite entre le trias et l'infra-

lias est beaucoup plus tranchée. En Lombardie, les couches à *Batrillium* se trouvent constamment à la base de l'infralias, ainsi que le fait remarquer M. *Capellini.*

M. Lory indique encore un moyen de reconnaître les dolomies et les cargneules triasiques : dissoutes dans un acide, elles laissent un résidu dans lequel on observe des cristaux microscopiques de feldspath. Ces cristaux ne se retrouvent pas dans les calcaires liasiques traités par le même procédé.

M. *E. Dupont*, de Dinant, fait une communication sur le terrain quaternaire de la Belgique, tel qu'il l'a observé dans les cavernes. Les sables, les cailloux roulés, les argiles inférieures renferment des fossiles appartenant à des espèces perdues *Elephas primigenius, Ursus spelæus*; dans les deux divisions du loess, l'une jaunâtre inférieure, l'autre brunâtre supérieure, se rencontrent des espèces vivant encore, mais habitant d'autres zones (le renne), ainsi que des débris d'industrie humaine.

M. *Delanoue*, de Paris, présente des observations sur le même sujet et insiste, en particulier, sur la division du loess en deux couches très-différentes, soit par leur composition chimique, soit par leur distribution topographique. Le loess supérieur est brunâtre et ne contient pas de calcaire, l'inférieur est jaunâtre.

M. le prof. *F. Lang* donne des explications sur l'origine des cluses dans le Jura ; il les divise en trois classes : celles de la première auraient été produites par la rupture d'une voûte, celles de la seconde par une torsion de l'axe de la montagne, celles de la troisième

par un soulèvement par ondulations de la base entière de la chaîne. M. Lang appuie ses vues théoriques par de nombreux exemples.

M. *Lory* fait observer que dans les Alpes de la Savoie et du Dauphiné, les cluses peuvent se coordonner suivant deux directions, l'une du S.-O. au N.-E, l'autre du S.-E. au N.-O., correspondant à des crêts situés dans une partie plus méridionale des Alpes.

M. le prof. *Oppel*, de Munich, présente un crustacé nouveau, *Neosoma Edwardsii*, Oppel, provenant des couches de Stramberg, qui terminent dans les Alpes la série jurassique. Ce crustacé, de la famille des Isopodes, a beaucoup de rapports avec les Trilobites. Jusqu'à présent on ne connaissait aucune espèce d'Isopode se rapprochant autant des Trilobites; ce fossile intéressant trouvé à Tichau, dans le nord des Carpathes, forme comme un trait d'union entre les crustacés secondaires et les crustacés palæozoïques.

M. le prof. *Studer* donne des détails sur la molasse marine des environs de Berne, qui est superposée à la molasse d'eau douce des environs de Lausanne et de Genève.

De nombreuses observations de MM. *Favre*, *Meyer*, *Gilliéron*, *Renevier*, *Desor*, *Jaccard*, suivent la communication de M. le prof. Studer.

M. *Cas. Mœsch* présente la coupe d'une carrière près de Flaach, dans le canton de Zurich, dans laquelle on peut étudier en détail la formation tertiaire d'eau saumâtre; il conclut de ses observations que l'âge des mo-

lasses marines ne doit pas être très-différent de celui des molasses d'eau douce, et qu'une séparation tranchée de ces deux formations ne saurait guère être justifiée.

M. le prof. *Albert Müller* expose une manière nouvelle d'expliquer les fissures du Jura dans le canton de Bâle. Il les attribue à une pression de la partie la plus septentrionale de la chaîne du Jura contre le prolongement le plus méridional du massif de la Forêt noire.

M. Müller expose ensuite le résultat de ses observations sur le gisement, la composition et le mode de formation des masses cristallines des vallées de Madrano, d'Etzli et de Tellit.

M. *Pillet,* de Chambéry, donne des détails sur le terrain argovien des environs de Chambéry. Il a reconnu des couches renfermant des fossiles nombreux, dont un grand nombre se retrouvent en Argovie; seulement, en Savoie, l'étage argovien paraîtrait réduit à une épaisseur de 5 à 6 mètres; on ne peut y reconnaître les couches nombreuses distinguées par M. Mœsch, et leurs fossiles caractéristiques s'y retrouvent, mais mélangés.

M. le prof. *Escher* (*de la Linth*), met sous les yeux des membres de la section les feuilles XV et X de la carte Dufour, comprenant une partie des Grisons, coloriées géologiquement par M. le prof. Théobald, de Coire, et donne des explications sur les diverses formations de cette partie de la chaîne des Alpes, dont la géologie présente de grandes difficultés.

M. le prof. *Favre* dépose une note étendue de M. le

Ch. Haidinger, sur l'Institut géologique impérial de Vienne.

M. le prof. *Mohr,* de Bonn, entretient la section de ses recherches sur l'acide silicique et sur la nature des silicates. Tous les silicates qui, par la calcination, perdent de leur poids spécifique, de même que ceux qui contiennent des minéraux dont cette opération change la nature, ont été soumis à la calcination. M. Mohr arrive à conclure de ses nombreuses expériences que le terme de roche *éruptive* n'a aucune signification et ne peut se justifier, qu'il n'y a point d'état primitif, qu'il n'y a pas de périodes géologiques, mais que toutes les formations ont existé ensemble dans tous les temps. Le limon des fleuves, qui se dépose actuellement dans les mers, est aussi ancien que le granit du Mont-Blanc et de la Jungfrau.

M. *Ducret,* d'Annecy, présente un échantillon de quartz épigénique offrant la forme et le clivage du spath fluor provenant du terrain oolithique.

Il présente aussi des *Ostrea Couloni* remaniées, et cependant bien conservées, qu'il a trouvées dans le poudingue tertiaire du Salève.

BOTANIQUE.

Président : M. le Past. Duby, de Genève.
Secrétaire : M. le Prof. L. Fischer, de Berne.

M. le prof. *T. Caruel*, de Florence, parle d'un corps probablement nouveau, qu'il a trouvé dans le suc laiteux du figuier. Ce corps a la structure de la fécule, sans en avoir les propriétés chimiques.

M. *J. Müller*, de Genève, présente un résumé général de son travail sur les Euphorbiacées. Cette grande famille, quoiqu'ayant fait l'objet de nombreuses recherches, laissait beaucoup à désirer, surtout sous le rapport de la délimitation des genres et espèces. M. Müller s'étend sur la méthode à suivre, sur la valeur des caractères en général et dans les Euphorbiacées en particulier ; il expose ensuite les principes du système qu'il a adopté. Les caractères employés par lui sont : 1° La forme de l'embryon, d'après laquelle la famille se divise en deux grandes séries naturelles ; 2° les ovules isolés ou géminés dans chaque loge de l'ovaire ; 3° l'estivation du calice.

L'application de ces trois caractères fournit les dix tribus de la famille, qui se subdivisent par une méthode analogue en 49 sous-tribus, 182 genres et plus de 3000 espèces. Parmi les nouveaux genres M. Müller en a dédié trois à des savants suisses (Secretania, Lereschia, Wartmannia).

M. *Ernest Favre*, de Genève, communique une notice sur la fleur femelle du Podocarpus. L'organe de fructification est un ovule dressé, parcouru par un rapté, se terminant par une expansion chalazienne, et présente une primine et une secondine soudée à la primine dans presque toute sa longueur.

M. le prof. *de Bary*, de Fribourg en Brisgau, parle de la pluralité de fructification dans les Urédinées. Plusieurs Puccinia et Uromyces possèdent quatre espèces de fruits, que l'on peut désigner en partie par les anciens noms génériques, les *Teleuthospores* (Uromyces et Puccinia), les *Sporidies*, l'*Accidium* et l'*Uredo*. Ces différentes for-

mes sont produites par des générations alternantes, ce que M. de Bary a décrit ailleurs. Un certain nombre d'Urédinées produit ces diverses phases de développement sur une seule et même plante nourricière. Dans une autre série, les fructifications successives se produisent sur des plantes différentes, en sorte que la génération alternante est accompagnée d'un changement d'habitation. Un cas remarquable de ce genre est la *Puccinia graminis*, dont l'*Aecidium* est connu d'ancienne date sous le nom d'*Aecidium Berberidis*; de même l'*Aecidium* du *Puccinia straminis* ne se trouve que sur les Boraginées (*Anchusa*, *Lycopsis*); c'est l'*Aecidium asperifolium* Pers. Le même rapport existe entre le *Puccinia coronata* et l'*Aecidium Rhamni*.

M. le pasteur *Duby* présente quelques observations sur l'état de la cryptogamie en général et les méthodes à suivre pour arriver à une connaissance plus complète de ces organismes inférieurs; il insiste en particulier sur la nécessité de s'occuper beaucoup plus qu'on ne l'a fait jusqu'ici d'observations biologiques.

M. le prof. *A. de Candolle* dépose sur le bureau le programme pour le prix quinquennal (la meilleure monographie d'une famille de plantes) fondé par son père. Ce prix est annoncé pour 1866.

M. le prof. *Fée*, de Strasbourg, lit un travail sur les excrétions des fougères. Un certain nombre de fougères ont la fronde visqueuse; la viscosité est due à des poils glanduleux qui sécrètent un liquide. Ces glandes sont souvent sessiles, en forme de massue et présentent, vues

à l'œil nu, l'apparence d'une poussière fine. Dans le genre *Aspidium* et quelques autres on trouve une croûte calcaire de nature différente, composée de molécules, qui sont probablement produites par l'évaporation d'un liquide salin, sécrété par la surface de la feuille.

M. *C. Rapin* parle de la valeur des caractères génériques, particulièrement dans les deux genres *Cirsium* et *Carduus*, chez lesquels l'importance du caractère tiré de la nature du pappus est prouvée par le fait qu'on ne trouve jamais d'hybrides entre les espèces de ces deux genres.

M. *J.-E. Planchon*, de Montpellier, fait ressortir la nécessité de faire de nombreuses expériences directes sur l'hybridation. M. *Leresche* mentionne un cas d'hybridité entre deux espèces de genres très-différents (*Orchis laxiflora* et *Serapias cordigera*). M. *de Candolle* rappelle un autre fait relatif aux genres *Crinum* et *Amaryllis*.

M. *Caruel* parle d'un *Leontodon* d'Italie, qui a les poils de l'aigrette dentelés et non plumeux; cette espèce a été nommée *L. anomalum*.

M. *de Candolle* entre dans quelques nouveaux détails sur la germination des plantes[1].

M. *F. Burkhardt* communique des observations faites par lui sur le même sujet (publiées dans les *Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft*, à Bâle, en 1858). Ces observations ont fourni en général

[1] Nous publierons prochainement le mémoire de M. de Candolle, lu dans la séance générale.

les mêmes résultats que celles de M. de Candolle. Une petite différence résulte de ce que le point de départ de la germination n'a pas été fixé exactement à la même phase du développement par les deux auteurs. M. Burkhardt expose en abrégé la méthode qu'il a suivie dans ses recherches.

M. *Rieux* parle de l'effet de la lumière sur la germination et en particulier d'une expérience faite sur les graines de fraises, qui n'ont pas germé en plein soleil, tandis qu'elles germaient dans les vingt-quatre heures à l'ombre. M. *de Candolle* attribue ce fait plutôt à une chaleur trop grande, qu'à l'effet de la lumière.

M. *de Candolle* présente quelques beaux échantillons du *Stellaria bulbosa* Wulf., du Valduggia (Italie), de la part de M. Carestia, qui les a recueillis.

M. le prof. *Planchon*, de Montpellier, communique le résultat d'études faites par lui et M. Henri Marès sur plusieurs genres d'anomalies des organes de la fleur de la vigne. Ces anomalies les rapprochent des fleurs de l'*Ampelopsis* d'une part, du genre *Leea* de l'autre. M. Planchon parle encore de la formation d'hybrides entre les différentes races de vignes et des observations de M. Henri Bouschet sur l'influence du pollen sur les organes de la plante fécondée.

M. *de Bary* rappelle les observations de Hildenbrand sur les Orchidées tropicales. C'est le pollen qui détermine la formation des ovules.

M. le prof. *C.-F. Meissner* présente un échantillon en fleur du *Coccoloba platyclada* remarquable par ses

tiges parfaitement plates et foliacées. Cette espèce doit être rapportée au genre Muhlenbeckia, dans lequel elle forme une section distincte.

M. le prof. *Heer* montre des cônes d'un conifère (*Pinus sylvestris*) trouvés par M. Coëmans dans la vase des côtes de la Hollande. Ces cônes sont identiques avec ceux qui ont été trouvés dans les tourbières (habitations lacustres). Ce fait confirme l'idée déjà émise précédemment que la jonction de l'Angleterre au continent de l'Europe est comparativement récente. M. Heer montre encore un cône fossile du terrain crétacé, qui a beaucoup de rapports avec les cônes du sous-genre *Cedrus*.

M. *de Bary* présente des modèles d'embryons en cire faits par M. le Dr Ziegler à Fribourg en Brisgau.

M. *Fée* communique une notice de M. *Guérin-Méneville* sur les qualités du bois de l'*Ailanthus*.

M. Guérin-Méneville dans ses rapports, sur l'introduction du ver à soie de l'Ailante avait, déjà publié quelques documents sur la qualité du bois de cet arbre et la rapidité de sa croissance. Depuis lors, à sa demande, M. Raoulx, ingénieur des ponts et chaussées, a étudié ces bois d'une manière plus complète. En attendant la publication de son travail, M. Raoulx a autorisé M. Guérin à en faire connaître les résultats remarquables et inattendus, qui montrent que le bois de l'Ailante est supérieur à celui du chêne et même de l'orme. M. Raoulx a mesuré dans un grand nombre d'expériences la densité, la ténacité et la flexibilité des trois essences citées plus haut. Voici les moyennes de ces déterminations :

	Densité.	Ténacité[1].	Flexibilité[2].
Ailante	0,713	32,812	0,033
Orme	0,604	24,867	0,023
Chêne	0,751	19,743	0,027

Le bois d'Ailante prend très-bien le poli et le vernis.

M. *de Candolle* annonce la nouvelle de la mort de Sir W. Hooker. La section décide d'insérer au protocole ses sentiments de regrets au sujet de la grande perte que vient d'éprouver la science.

ZOOLOGIE.

Président : M. le Prof. C. Vogt, de Genève.
Secrétaires : M. V. Fatio, de Genève.
M. Forel, de Morges.

M. le prof. *Kölliker* communique à la Société quelques observations sur la structure des polypes. S'occupant d'abord du tissu musculaire, il démontre dans les bras de l'*Hydra vulgaris* le développement des fibres musculaires observées déjà par MM. Uhlmann, Quatrefages et Ray chez les Méduses, et constatées aussi par lui dans les Hydropolypes en général. Il étudie ces longs filets disposés parallèlement entre l'exoderme et l'entoderme, et s'explique leur développement par l'aplatissement et l'allongement de la partie basilaire de la cellule épithéliale; cette cellule s'étranglerait vers son centre, et sa partie supérieure resterait partie constituante de l'exoderme. M. Kölliker passe ensuite à la structure des spicules

[1] Charge de rupture par centimètre carré.
[2] Flèche immédiatement avant la rupture.

ou corpuscules calcaires du squelette des polypes ; leur forme est celle d'un prisme terminé à ses deux extrémités par un triangle équilatéral dont les angles de l'un correspondraient aux côtés de l'autre. Aux différents angles de ces triangles se trouvent des masses arrondies qui peuvent s'augmenter par dédoublement ; mais les formes les plus complexes de ces sclérites de carbonate de chaux dérivent toutes, et toujours, d'une forme plus simple correspondant à une formule mathématique assez semblable à celle du rhomboïde de spath calcaire ; elles présentent en outre une grande analogie avec les corpuscules décrits par M. Robin dans l'urine du lapin. MM. Milne-Edwards, Dana et Ehrenberg ont expliqué le développement du squelette des polypes par une formation épithéliale ou sécrétion calcaire du pied ; mais M. Lacase-Duthiers le premier, en s'occupant du *Corallium rubrum*, et M. Kölliker ensuite, en travaillant sur divers genres de polypes, ont reconnu tous deux que le polypier se forme au contraire par le dépôt de spicules calcaires dans l'intérieur du parenchyme de l'animal. Enfin M. Kölliker a trouvé encore un rapprochement intéressant entre les polypes à 8 bras et ceux à 6 bras ; il a découvert, chez les Antipathes, les mêmes prolongements vasculaires des canaux nourriciers que l'on avait attribués jusqu'ici uniquement aux polypes à 8 bras.

M. le prof. *His* communique ses recherches sur les vaisseaux sanguins et lymphatiques de la rétine. Des injections faites sur la rétine du chat lui ont montré que les vaisseaux sanguins d'un certain volume rampent entre la couche des fibres de Müller et celle des cellules nerveuses ; que de là partent à angle droit de plus petits

vaisseaux qui viennent former deux réseaux capillaires, l'un au-dessus et l'autre au-dessous de la couche des noyaux. L'injection directe dans les lymphatiques n'étant pas ici possible à cause du peu d'épaisseur de la rétine, M. His a dû opérer sur les vaisseaux sanguins en cherchant à obtenir indirectement l'injection des lymphatiques par la rupture et l'extravasion des premiers. Par ce procédé, il a constaté l'existence de deux réseaux différents de lymphatiques; le premier composé de sinus enveloppant entièrement les veinules et les artérioles, et le second entourant les noyaux de la couche interne d'un réseau d'injections extràvasées qui, par sa finesse et sa régularité, semble indiquer comme des espaces lymphatiques normaux.

M. His, s'appuyant sur le fait que les fibres de Müller n'obéissent pas à la loi de continuité de Reichart, qu'elles ne sont pas en intime communication avec le tissu conjonctif périvasculaire, et que d'après les recherches de M. Babuchin elles sont formées aux dépens du feuillet externe de l'embryon, révoque en doute la nature conjonctive de ces fibres, tout en leur reconnaissant cependant les fonctions de protection que leur attribue M. H. Müller. Mais il retrouve, par contre, le tissu conjonctif dans le voisinage de l'Ora serrata, dans une membrane qui, en continuité intime avec le tissu conjonctif périvasculaire, présente des fibres allongées de nature évidemment conjonctive.

M. *Ch. Rouget*, prof. à Montpellier, présente à la section le résultat de ses observations sur la terminaison des nerfs dans l'organe électrique de la Torpille. Les recherches qu'il a faites à Cannes sur quelques Torpilles

fraîches lui ont montré la terminaison en réseau telle que l'a décrite M. Kölliker, et lui ont permis en même temps de s'expliquer facilement l'erreur de M. Hartmann qui avait représenté ses extrémités en forme de pinceau. Il a remarqué que le réseau n'est bien visible que pendant la vie et très-peu d'instants après la mort, et qu'il semble disparaître bientôt après la rigidité cadavérique. Ce n'est pas que ce réseau lui-même se détruise, mais la substance liquide qui l'enveloppait d'abord perd sa transparence et se remplit de granulations, en sorte qu'on ne peut plus distinguer qu'une apparence de pinceau. Sur les bords de ce réseau principal se formerait encore un réseau plus délié et très-ramifié de fibres sans moëlle.

M. Rouget fait, en outre, remarquer qu'il n'y a aucune analogie entre ce genre de terminaison et la plaque terminale du *Cylinder axis* dans les nerfs moteurs. Enfin il constate, comme M. le prof. Valentin, que les nerfs de l'appareil électrique jouissent de doubles propriétés optiques.

M. le prof. *Claparède* présente une belle planche du *Loris tardigrade*, bien supérieure à toutes les figures données jusqu'ici de ce curieux animal.

Il entretient ensuite la section du singulier dimorphisme des Acariens. Il prouve, entre autres, que l'Acarien sans bouche, muni d'une carapace comme une tortue et connu sous le nom d'Hypopus, n'est réellement que le mâle d'un Acarus beaucoup plus gros que lui. Il a trouvé fréquemment ces deux formes sur des bulbes de jacinthes, et est arrivé à cette conclusion par une étude suivie du développement des larves. Il a, en effet, découvert des larves de l'Acarus à trois paires de pieds et d'autres

plus vieilles à quatre paires, et vu distinctement l'Hypopus provenir de ces dernières.

M. le prof. Vogt fait remarquer l'intéressante analogie qui existe entre la découverte de M. Claparède et celle que M. Müller a faite récemment sur quelques crustacés.

M. le prof. *Steenstrup,* de Copenhague, communique ses observations sur divers poissons. Il a découvert une large communication entre les deux cavités branchiales de certains Pleuronectes et fait remarquer l'utilité toute particulière de cette disposition qui permet à l'eau de circuler librement dans les deux appareils respiratoires, lors même que le poisson se trouve couché de côté sur le sable.

Il décrit chez le *Chiroteptra Vampirus* un filtre qu'il retrouve dans tout le groupe des Cephaloptera et Ceratoptera. Cet appareil, destiné à filtrer toute l'eau qui passe de la bouche aux branchies, est formé d'une pièce cartilagineuse percée d'une multitude de trous au-devant desquels se trouvent arrêtés les petits crustacés et mollusques qui doivent servir de nourriture à ces animaux. — Il signale deux parasites sur l'appareil branchial de ces gros poissons, un crustacé et un distome. Il explique, en outre, la manière de nager des espèces de ce groupe par un battement de leurs grandes nageoires qui leur permet de s'élever même au-dessus de la surface de l'eau en volant, pour ainsi dire, comme des chauves-souris.

M. Steenstrup fait comprendre comment la *Myxine glutinosa* n'a été censée parasite que des poissons morts, par le fait bien simple qu'elle les fait bientôt périr en les perforant près des arcs branchiaux. Il a étudié cette

espèce, et il fait observer qu'il n'a jamais trouvé d'individus mesurant moins de neuf pouces ou plus de treize pouces; qu'il n'a jamais non plus trouvé ni mâle, ni jeune, et que très-probablement les Myxines ne sont parasites que dans un âge particulier de leur vie Il n'a enfin trouvé que deux fois des œufs bien développés; ils sont munis d'une enveloppe cornée avec un opercule et des prolongements destinés à les fixer.

M. Steenstrup a, en outre, suivi le développement des embryons du *Blennius viviparus*. Il fait observer que l'imperfection relative de la fécondation intérieure de cette espèce amène chez ses petits beaucoup de cas de monstruosités; les plus fréquents et les plus curieux lui semblent ceux où le jeune animal se montre tordu sur lui-même, et où, par le fait d'un rapprochement des plans dorsaux et abdominaux, les nageoires dorsales et et anales se trouvent, pour ainsi dire, juxtaposées; il tire de ces cas et de quelques autres, tels qu'une asymétrie des nageoires paires, l'explication de quelques monstruosités et variétés que lui ont présentées, par exemple, des *Cyprinus auratus*.

Enfin, traitant de la position asymétrique des yeux chez les Pleuronectes, M. Steenstrup explique la présence de ces deux organes sur un même côté de la tête, non-seulement par le fait d'une légère torsion de cette dernière sur la colonne vertébrale, mais encore par un transport réel de l'un d'eux d'un côté à l'autre de la face. En effet, après avoir remarqué que les jeunes Pleuronectes possèdent deux yeux symétriquement placés, comme d'autres poissons, il a vu l'un de ces yeux se transporter petit à petit au travers du plafond de son orbite pour venir rejoindre l'autre, tantôt en perforant

le frontal, et tantôt en venant se placer entre les deux frontaux.

M. le prof. *C. Vogt* présente au nom de M. le prof. *Gegenbaur*, de Iéna, une photographie représentant deux espèces de Gyropélecus de même taille qui lui semblent réfuter victorieusement une opinion récemment émise par M. Agassiz sur certaines métamorphoses de ces poissons.

M. le prof. *Rouget* présente quelques considérations sur l'agent contractile de la fibre musculaire. Il cherche à établir que le faisceau primitif est composé non de disques superposés, mais bien des fibrilles mises bout à bout ; il considère également dans la fibre striée une autre fibrille également homogène. Il attribue à une pure élasticité les phénomènes de contractilité musculaire, considérant l'élément contractile comme un ruban enroulé en spirale, pour la vie animale, et comme une fibre simplement onduleuse, mais paraissant striée par le fait d'alternatives d'ombre et de lumière, pour la vie organique.

M. le prof. *Kölliker* déclare qu'il est loin de partager l'opinion de M. Rouget, mais que le temps lui manque pour entamer une discussion sur un pareil sujet.

M. le prof. *Cornalia*, de Milan, appelé à donner son opinion sur la nature d'un petit triangle vert trouvé dans les matières rejetées par un homme que l'on supposait avoir été empoisonné par de la cantharide, a examiné au microscope les parties extérieures du squelette de cinquante insectes verts différents, provenant des environs de la localité où l'attentat avait été commis. Il a trouvé, en étu-

diant l'apparence et les dessins soit du corselet soit des élytres, non-seulement que le faible débris qui lui avait été remis ne pouvait être rapporté qu'à la cantharide, mais encore que les caractères extérieurs tirés de ces détails confirmaient le plus souvent la classification établie jusqu'ici.

M. Cornalia signale ensuite un nouveau crustacé parasite des poissons, le *Lophura Edwardsi* qui se fixe contre la colonne vertébrale du *Lepidoleptus cœlorhynchus.*

M. le prof. *Thury* développe les motifs qui l'ont conduit à choisir les mammifères unipares pour objet de ses premières expériences sur l'origine des sexes. La connexion qui existe entre les phénomènes extérieurs et intérieurs de l'état de rut, est plus simple et mieux connue chez les mammifères unipares que chez les multipares, où, d'ailleurs, l'identité de l'œuf sur lequel on opère devient un nouvel élément d'incertitude. S'agit-il des oiseaux, où une seule fécondation suffit à plusieurs œufs successifs, les physiologistes ne sont pas d'accord sur le moment où la fécondation s'opère. Elle est simultanée pour les œufs d'une même série, selon quelques physiologistes, successive selon d'autres également habiles. Là, cependant, est toute la question, car si l'œuf de l'oiseau est fécondé au moment où il sort de l'ovaire, les circonstances qui déterminent l'émission d'œufs plus ou moins mûrs, seront avant tout variables et accidentelles, et il en sera de même du sexe des individus qui sortiront de ces œufs.

M. Thury fait connaître ensuite avec détail la marche qui a été suivie dans les expériences de Montet et les précautions qui ont été prises, et qui ont assuré la réussite complète de ces expériences.

Depuis la publication des premiers résultats obtenus dans la ferme de Montet, un certain nombre d'expériences ont été faites par des propriétaires et des agriculteurs dans les environs de Genève. Là où des hommes compétents ont expérimenté eux-mêmes, les résultats ont été constamment favorables à la nouvelle théorie. Partout où l'on a chargé des valets de ferme du soin des essais, les résultats ont été variables, et ont offert des cas de non-réussite dans la proportion d'environ un quart du nombre total.

Quelques recherches statistiques ont été entreprises dans le but principal de reconnaître si, lorsqu'une espèce domestique, telle que l'espèce bovine, est abandonnée à la vie libre, il s'engendre plus de femelles. Le résultat a été contraire à ce que l'on attendait d'abord : pendant le séjour des vaches à la montagne, dans les mois d'été, il s'engendre quatorze pour cent plus de mâles qu'il ne s'en produit pendant le même temps chez les animaux captifs. Mais ce fait s'explique de la manière suivante :

Dans nos montagnes, dès que l'on s'aperçoit qu'une vache entre en chaleur, on la séquestre, pour éviter le désordre qui résulte des combats que se livrent les mâles. Lorsque la bête est demeurée captive pendant environ douze heures, on lui rend la liberté ; elle ne tarde pas alors à être couverte, sans combat entre les taureaux, car ces combats n'ont lieu qu'aux premières atteintes de l'état de rut des femelles. La prédominance des conceptions mâles pendant le séjour des vaches dans la montagne vient donc à l'appui de la théorie : c'est, en quelque sorte, une expérience en grand qui se fait chaque année dans nos montagnes, où un certain nombre de vaches se trouvent empêchées de recevoir le mâle pendant

les premières heures du rut; or l'observation montre que de là résulte une prédominance de mâles.

Les comparaisons statistiques auxquelles se rattache le résultat précédent ont également permis de reconnaître :

1° Que dans la plaine, pendant les mois d'avril, mai, juin et juillet, le nombre des conceptions mâles l'emporte sur celui des conceptions femelles. C'est au mois de juin qu'a lieu le plus grand nombre de conceptions mâles (114 mâles pour 100 femelles). Le minimum des conceptions mâles a lieu pendant les mois de septembre, octobre, novembre et décembre.

2° Il existe quelquefois des différences considérables entre deux fermes voisines, relativement au nombre proportionnel des conceptions mâles et femelles qui s'y produisent, et, dans une même ferme, il y a des périodes de temps où les conceptions de l'un ou de l'autre sexe prédominent.

L'ensemble de tous ces résultats montre que la détermination du sexe n'est point un fait originel de la nature des êtres, indépendant des causes extérieures ou secondaires, mais bien un fait dérivé, contingent, accessible dès lors à l'expérimentation physiologique, aussi bien qu'à l'influence déterminante de la volonté de l'homme.

M. le prof. *Rouget* présente un crâne trouvé dans la vallée de la Vis, département de l'Hérault, et communique à ce sujet une note de M. Sabatier. Ce dernier a découvert entre des dalles non taillées trois fosses contenant encore des squelettes, dont deux de femmes n'offrent rien de particulier dans leurs crânes. La tête du troisième, provenant d'un homme, présente différents

caractères qui la rapprochent beaucoup du célèbre crâne du Néander-Thal : comme lui, elle est dolichocéphale, prognathe et présente à son sommet comme un toit à deux poutres. M. Rouget en montre un moule en cire et suppose que cette forme assez inférieure a été persistante à des époques très-distantes ; il pense que cette tête de l'Hérault appartient à l'époque celtique et trouve sa place entre le crâne du Néander et les crânes du Rhomberg.

M. le prof. *Vogt* montre à la section des moules des crânes du Néander et du Rhomberg, et appuie, comme M. Rouget, sur le fait que la forme d'un crâne ne peut pas faire préjuger de son âge, puisque l'on n'a encore trouvé jusqu'ici que des types très-mélangés.

M. *de Mortillet* prend aussi la parole sur le mélange des formes dans les crânes de l'âge de pierre, et signale dans ce dernier âge comme deux époques bien différentes, l'une où les hommes auraient eu le goût de reproduire dans leurs dessins les scènes de la nature vivante, et l'autre où les hommes auraient été, par contre, peu observateurs et peu dessinateurs. Il constate qu'en France, du moins, tous les crânes trouvés avec le renne sont brachycéphales, tandis qu'après cette époque un mélange constant s'est toujours présenté.

M. le prof. *Cornalia*, de Milan, rend compte des découvertes qu'il a faites au nord de Bergame dans un bassin de tourbe quaternaire et très-profond de la vallée de l'Effe. Les fossiles qui s'y trouvent sont en général à l'état pâteux, mais toujours très-nombreux. Il a découvert des rhinocéros, des éléphants et des cerfs nouveaux. Ce printemps encore il a trouvé la patte antérieure presque complète d'un *Elephas meridionalis*. Il montre des figures d'un

pied presque entier, ainsi que des dents très-bien conservées, appartenant à la dernière dentition. M. Cornalia a rencontré aussi des débris de petits mamifères, ainsi que des reptiles, une Émyde par exemple. Il attire particulièrement l'attention des zoologistes sur une série de petites écailles et quelques portions de squelette qui lui paraissent provenir d'un saurien voisin du *Pseudopus*.

MM. *F.-J. Pictet*, prof., et *Al. Humbert* présentent quelques fragments d'un nouveau travail sur les poissons du Liban, faisant suite à celui que M. Pictet avait publié en 1850, et motivé par de nombreux et importants matériaux recueillis depuis lors par M. Humbert. Ces zoologistes montrent que l'on trouve au Liban deux faunes très-distinctes, l'une à Sach-el-Aalma et l'autre à Hakel. Elles n'ont aucune espèce commune et les genres communs y sont rares. Elles sont toutefois toutes les deux crétacées et, à ce titre, remarquables par l'existence de plusieurs types formant à peu près la première expression du groupe des Téléostéens.

M. le prof. *Steenstrup* a étudié sur les os trouvés en si grand nombre en Danemark dans des marais tourbeux, aux Kjœkkenmœddingen, les différents modes de fraction provenant tantôt de la dent des animaux carnassiers, tantôt de la main de l'homme. Il a reconnu que certains os en entier et d'autres en partie étaient toujours régulièrement rongés par les carnassiers, tandis que d'autres, plus durs, n'étaient jamais brisés que par l'homme, qui avait voulu probablement en retirer la moëlle ; l'épiphyse des os longs est, par exemple, presque toujours rongée, tandis que la diaphyse subsiste avec des traces humai-

nes. M. Steenstrup signale le fait curieux que ce sont les mêmes os qui se durcissent les premiers chez le jeune oiseau, qui persistent aussi les derniers parmi les débris des oiseaux anciens. D'après ces études, il arrive aux conclusions suivantes : que les os des cavernes, entre autres de celles du midi de la France, étudiées par Marcel de Serres, ont été rongés par les carnassiers et apportés par eux dans ces cavités, et que, par conséquent, leur transport ne peut pas être attribué à l'effet des eaux ; que beaucoup des instruments décrits par M. Boucher de Perthes, comme instruments ou manches de haches ou de poignards, ont été taillés uniquement par les dents des ours et des loups ; que, enfin, les ossements déposés en si grand nombre dans les brèches osseuses n'ont été brisés ni par les animaux, ni par l'homme, mais bien par des alternatives souvent répétées d'humidité et de sécheresse.

M. le prof. *Capellini*, de Bologne, présente une photographie de la tête d'un Sirénoïde provenant des molasses de Bologne. Il a retiré lui-même d'un bloc de pierre le crâne, les vertèbres et l'omoplate de cet animal, qui lui rappelle l'*Halitherium Serresii* de Montpellier, décrit par M Gervais. M. Capellini croit pourtant ne pas devoir rapporter cette espèce aux *Halitherium*, et semble voir entre elle et ces derniers la même distinction qui existe entre les Lamentins et les Dugongs. Il crée pour ce Sirénoïde un genre nouveau auquel il donne le nom de *Sinopterius*.

M. le prof. *Aebi* expose une nouvelle méthode de mensuration crânienne, avec laquelle il cherche à trou-

ver non la forme spécifique de la tête de telle ou telle race, mais bien le moule type du crâne humain. Il fait différentes coupes par les plans verticaux, tant longitudinaux ou antéropostérieurs que transverses, et divise ainsi le crâne en quelques parties symétriques dont l'étude et la comparaison l'amènent aux résultats suivants : tous les crânes dolichocéphales et brachycéphales sont semblables entre eux quant à la section du plan antéropostérieur et ne diffèrent qu'au point de vue des coupes transverses qui révèlent leurs différentes largeurs comparées ; chez les hommes, ainsi que chez les autres mammifères, les crânes des jeunes individus se ressemblent d'abord assez, pour diverger ensuite de plus en plus avec l'âge. Le même travail comparatif fait sur les singes anthropomorphes, montre quelle grande distance il existe encore entre le crâne le plus parfait du plus élevé de ces animaux et le crâne de l'homme le plus dégradé. Enfin, M. Aebi cherche à établir sur son système de mesure une bonne classification des crânes, et signale que ces sections transverses lui ont toujours montré jusqu'ici des crânes étroits dans l'hémisphère sud et des crânes larges dans l'hémisphère nord de notre globe.

M. le prof. *His* ne voit pas la nécessité de prendre le diamètre antéropostérieur plutôt que le diamètre transverse pour base de mensuration ; ce serait plutôt, suivant lui, les rapports de ces deux diamètres entre eux qui devraient constituer le point important de ces recherches.

MÉDECINE.

Président : M. le Dr Rahn-Escher, de Zurich.
Secrétaire : M. le Dr Barde, de Genève.

M. le docteur *Piachaud*, de Genève, présente trois malades opérés par lui.

1° Brûlure de la main droite, dont la cicatrisation avait occasionné une grande rétraction des téguments. L'opération consista à enlever la cicatrice, et recouvrir la plaie par des lambeaux. La main fut fixée pendant six mois sur une planchette. La gaîne du tendon fléchisseur du quatrième doigt fut ouverte pendant l'opération, ce qui fut la cause que ce tendon s'exfolia. Il y a 18 mois que l'opération a été faite et les résultats pour l'usage de la main sont très-satisfaisants.

2° Tumeur de la main chez un campagnard de 39 ans. M. Piachaud présente le moule en gypse de la main avant l'opération. La tumeur avait commencé cinq ans auparavant. Extrême dureté, des bosselures, aucune fluctuation, la peau amincie, points de ganglions engorgés, douleurs lancinantes, tels étaient les symptômes. Le diagnostic varia entre un enchondrome et un carcinome. L'opération fut très-simple ; la tumeur se laissa en ucléer avec facilité, sans aucune hémorragie ; on dut reséquer la moitié du deuxième métacarpien, point d'origine de la tumeur. La cicatrisation fut très-bonne bien que quelques lambeaux de peau se fussent gangrenés. M. Claparède examina la tumeur au microscope et se décida en faveur d'un carcinome.

3° Polypes naso-pharyngiens : les premiers symptômes s'étaient manifestés dès 1862 ; après quelques tentatives

par arrachement, M. Piachaud fit la résection du maxillaire supérieur (incision d'après Velpeau) et enleva tous les polypes. Cependant la répullulation recommença trois mois après ; l'opération fut répétée ; de nouveau répullulation, essais avec la cautérisation au gaz, d'après M. Nélaton, sans succès ; on eut recours à des flèches de chlorure de zinc qui remplirent assez bien leur but, cependant la répullulation a recommencé.

M. le prof. *Billroth* croit que la tumeur en question était un enchrondrome d'une espèce peu ordinaire, à savoir la forme gélatineuse, enchondrome cystoïde. Il ne voit rien dans la description de la tumeur qui justifie le diagnostic d'un carcinome. Cependant il n'en résulte pas du tout que la tumeur ne puisse récidiver et même occasionner des tumeurs secondaires dans des organes intérieurs.

A propos du troisième cas, il rejette complétement la cautérisation : mais il faut à tout prix éloigner la tumeur, qui peut occasionner des symptômes très-graves et croissants du côté du cerveau ; il y a des cas dans lesquels des tumeurs analogues ont perforé la boîte cranienne. Il propose l'opération de M. Langenbeck, de Berlin, dite résection ostéoplastique, laquelle consiste à reséquer le maxillaire supérieur, mais en lui laissant ses adhérences complètes avec les téguments ; on le replie en arrière comme un couvercle, puis la tumeur enlevée, on le réapplique et la consolidation la plus parfaite a lieu.

M. le prof. *Esmarch*, de Kiel, a observé plusieurs cas analogues. Ces tumeurs naissent souvent de la fosse ptérygo-palatine ; il a fait l'opération de Langenbeck avec succès, même deux fois sur le même sujet ; il recommande aussi l'emploi énergique du fer rouge.

M. le D[r] *Gautier* demande s'il y a récidive après cette opération.

M. *Billroth* ne peut répondre, car ces tumeurs peuvent récidiver après 20 ans. Mais dans un cas opéré par lui il y a cinq ans, il n'y a pas encore eu de récidive.

M. le prof. *Billroth* communique un cas d'ovariotomie opéré trois semaines auparavant par lui à Zurich. Un cas opéré quelques années auparavant sans succès, l'avait découragé de cette opération, lorsque M. Spencer Wells opéra sous ses yeux avec un résultat très-heureux une femme de Zurich ; et il se décida à pratiquer, le 5 août passé, la même opération. La femme a 32 ans, n'est pas fortement constituée, a une menstruation très-profuse ; mariée depuis six ans, elle n'a pas d'enfant. Il y a cinq ans qu'elle remarqua la tumeur, qui a cru très-lentement et sans douleurs. Une ponction pratiquée six semaines auparavant a confirmé le diagnostic ; cependant la tumeur ne disparut qu'en petite partie, et au bout de quatre semaines elle était plus grosse qu'avant ; la menstruation avait fait place à une hémorragie continuelle, ce qui empêcha de différer l'opération ; l'abdomen était distendu comme par l'utérus au huitième mois, la tumeur était un kyste multiloculaire ; la portion vaginale du col de l'utérus ne pouvait être sentie au toucher, ce qui faisait présumer des adhérences de cet organe avec le kyste. La malade avait une petite toux, et présentait au sommet des poumons une matité du reste très-légère, plus un épanchement pleurétique à gauche, peut-être dépendant de la pression de la tumeur sur la veine cave ascendante. L'opération fut assez facile, et ce qui avait été prévu, l'adhérence avec l'utérus se confirma ; elle dut être percée en deux

endroits et après y avoir fait deux ligatures en masse, elle fut coupée. On appliqua au pédicule un clamp français assez mauvais. Celui de Spencer Wells est, d'après M. Billroth, le seul qu'on doive employer. La malade se plaignit de suite de douleurs et le deuxième jour se manifestèrent tous les signes d'une péritonite foudroyante; avec cela le pouls était bon, la température chaude; l'opium ne fut pas supporté, mais les injections souscutanées de morphine de $^1/_4$ grain furent suivies d'un effet immédiat. On lui fit boire beaucoup de champagne, et au milieu d'éructations très-fortes, elle dégagea pour ainsi dire tout son météorisme par en haut, à la suite de quoi elle eut une selle abondante. La péritonite guérit et la femme semble hors de danger, cependant le dernier mot n'est pas encore dit; le 12, elle avait encore un peu de douleurs, de météorisme, d'œdème du pied droit occasionné soit par thrombose soit par un abcès par suite de la ligature, abcès qui se serait ouvert derrière le péritoine.

M. le prof. *Socin* attire l'attention sur les inconvénients résultant du peu de longueur du pédicule. Le grand empêchement qui s'oppose à l'exécution fréquente de l'ovariotomie est la question du diagnostic, qui est souvent si difficile.

M. le prof. *Breslau* rappelle à M. Billroth qu'il a opéré à Zurich avec succès des cas qu'il n'a pas mentionnés, même un cas très-grave chez lequel, après une ponction, s'étaient développés dans le kyste des gaz putrides et où les parois étaient très-ramollies et adhérentes à celles de l'abdomen. Un autre cas fut opéré sans succès dans des circonstances très-favorables avec M. Spencer Wells; la malade mourut de ce que les An-

glais appellent le *choc*. En tout il y a six cas, deux guéris, un en voie de guérison, trois morts.

M. le Dr *Dor* parle d'une ovariotomie pratiquée avec succès à Vevey, par le Dr de Montet. Il vante le clamp de Nélaton. Le champagne frappé fut d'un très-bon effet.

M. le Dr *Billroth* insiste sur toutes les précautions en apparence insignifiantes qui seules peuvent garantir le succès : air, lit, éponges, isolation, etc., etc. Suivant lui, la péritonite est presque toujours la suite d'infection ; les sécrétions des membranes séreuses sont des plus dangereuses. Le collapsus est le plus mauvais symptôme. Dans le météorisme, la constipation paraît avoir une cause mécanique ; l'accumulation des gaz occasionnerait une rotation de l'intestin autour de son axe et sa clôture. En effet, dans son cas, la première selle n'eut lieu qu'après que les gaz se furent en partie échappés.

MM. *Gautier* et *Volkmann*, professeur à Halle, donnent des faits à l'appui des idées de M. Billroth.

M. le Dr *Dor* présente un instrument (tonomètre) qu'il a fait construire à l'atelier de construction d'instruments de physique de Genève, sous la direction de M. Thury, pour mesurer exactement la pression intraoculaire. L'appareil présente en outre un grand progrès sur celui de Donders en ce que l'observateur n'est pas astreint à regarder le cadran en opérant, ce qui est un grand inconvénient pour l'exactitude de l'examen ; une aiguille ingénieusement adaptée se charge de cet office.

M. le prof. *Lücke* parle d'un cas de tumeur de l'aisselle observé dans son service. La tumeur s'était développée du mois de janvier à celui d'avril et avait

acquis la grosseur d'une forte tête d'enfant. C'était un sarcome médullaire qui avait pris son origine probablement dans les ganglions lymphatiques de cette région. Ces tumeurs doivent être séparées des carcinomes médullaires avec lesquels on les confond si souvent. Dans ce cas aucune opération ne pouvait être tentée ; la tumeur s'étendait jusque sous l'omoplate, et sous la mamelle ; la jeune malade se portait, au moment de son entrée à l'hôpital, relativement bien. La seule indication était de la soulager de ses douleurs assez vives, et de la nourrir aussi bien que possible. Mais la tumeur continua à croître avec rapidité, s'ulcéra à sa surface, le bras devint œdémateux, la malade maigrit vite et mourut dans un état comateux. A l'autopsie on trouva le poumon, mais seulement cet organe, parsemé de tumeurs de même nature que celle de l'aisselle, tous les autres organes étaient intacts. La tumeur s'était propagée dans la veine cave. Cette alpétion secondaire pouvait être expliquée dans une embolie, mais d'autre part on pouvait croire à une leukhémie que le microscope avait constatée pendant la vie. La rate n'était pas tuméfiée. La structure des cellules était analogue à celle des cellules lymphatiques ou des cellules de granulation ; il y avait aussi çà et là des cellules fusiformes ; peut-être la leukhémie fut-elle la cause de l'affection des glandes. On a aussi observé des embolies analogues dans les carcinomes des veines.

M. *Billroth* est convaincu que dans la plus grande majorité des cas cette généralisation des tumeurs est de nature embolique. Il faut, du reste, chercher la thrombose beaucoup plus dans les petites veines que dans les rameaux plus considérables. Des foyers carcinomateux

de veines de petit calibre sont beaucoup plus dangereux que ceux de veines de gros calibre. Il y a, du reste, à prendre en sérieuse considération la nature de ces thrombi eux-mêmes, ainsi que celle des tissus dans lesquels ils sont transportés ; plus ces derniers sont hétérologues, plus le danger est moindre et vice versa.

M. le prof. *Jonquières* lit le rapport de la commission instituée pour les recherches sur la phthisie tuberculeuse.

M. le Dr *Lombard* donne quelques détails sur cette entreprise.

M. le Dr *Appia* parle des téléangiectasies et des succès qu'il a obtenus des injections de perchlorure de fer ; il accompagne ses démonstrations de dessins originaux. Les injections furent faites en pleins tissus, sans chercher à éviter de répandre le liquide dans le reste du système sanguin. Il n'est pas très-craintif sur le nombre de gouttes ; cependant il préfère des injections petites, mais répétées.

M. *Volckmann* redoute davantage les dangers de l'embolie et propose la compression de l'artère, exécutée entre le cœur et la tumeur ; il accorde que les dangers de l'injection ont été exagérés.

M. *Appia* se justifie de l'idée qu'il semble avoir de l'innocuité de ces injections, mais toutes les tumeurs en question étaient veineuses.

M. *Lücke* sépare très-catégoriquement les téléangiectasies des tumeurs veineuses caverneuses, c'est dans cette dernière catégorie qu'il range les cas observés par M. Appia.

M. le prof *Mancini* donne quelques détails sur les eaux thermales de Gravegia, situées en Italie à la frontière de la Suisse ; elles contiennent des sulfates de soude, chaux, magnésie, alumine (ce dernier seul constitue, d'après M. Mancini, la base de l'efficacité de ces eaux), du carbonate de chaux, et des carbonates alcalins, point d'iode. Leur température est de 25° R., elles contiennent 10°°/₀₀ de matières solides. Ces eaux ont une action très-puissante dans les maladies scrofuleuses en général, celles de la peau, surtout l'herpes et les maladies syphilitiques tertiaires. M. Mancini cite trois observations très-intéressantes. Ces eaux sont diurétiques, purgent quelquefois et quelquefois font vomir. M. Mancini pense qu'il serait intéressant de faire des expériences pour savoir si c'est bien au sulfate d'alumine que l'on doit attribuer les propriétés de ces eaux.

M. Mancini fait une seconde communication sur le bain électrique pour expulser le mercure ou le plomb qui se trouvent dans l'organisme. Dans un cas il a revivifié le mercure dans le bain même ; dans un cas de paralysie saturnine il a de même obtenu le plomb et l'individu a été guéri.

M. le prof. *Biermer* parle du traitement de la fièvre dans les maladies aigues. La fièvre est un symptôme d'une immense importance pour le pronostic ; elle n'a pas d'influence directe sur le procès lui-même, mais elle a une grande influence en ce sens qu'elle empêche que les altérations qui ont lieu dans l'organisme, ne puissent se résoudre ; puis elle a une grande influence sur la localisation de l'altération organique. C'est donc une indication capitale que de chercher à réduire la fièvre. On

possède pour cela beaucoup de moyens : la digitale, le salpêtre, le calomel, la vératrine. M. Biermer a beaucoup expérimenté avec la vératrine et trouvé qu'aucun moyen n'agit avec une pareille sûreté sur le pouls et la température, pourvu qu'on l'emploie dans la forme et la dose convenables. Elle ne déploie naturellement pas la même énergie dans les maladies dites d'injections, que dans les fièvres purement inflammatoires ; mais même là elle ne reste pas sans effet, mais l'action est, il est vrai, très-passagère. Dans la pneumonie franche on peut ainsi souvent couper la fièvre. M. Biermer a traité ainsi 70 cas de pneumonie grave, il traite expectativement les cas plus légers. L'effet se manifeste après 3 ou 4 heures : d'abord le pouls se ralentit, puis le malade est pris de nausées, qui ne sont pas cependant indispensables à l'effet de la vératrine, souvent même de vomissements. Le pouls descend de 120-60′, 50-40′ ; il remonte généralement le lendemain plus ou moins, mais n'atteint cependant que très-rarement sa hauteur primitive. On peut donner la vératrine avec le même effet jusqu'à trois fois. La vératrine n'a aucune influence sur le procès lui-même ; elle ne fait que pour ainsi dire empêcher son extension, en facilitant ses moyens de résolution ; la pneumonie se résout petit à petit, mais elle n'est pas coupée. On a fait des objections. On a dit : la pneumonie se résout d'elle-même, la vératrine n'agit que comme vomitif (Griesinger), le hasard y contribue ; mais c'est faux. Les expériences ont montré jusqu'à l'évidence que l'on ne peut plus soutenir la théorie du hasard, tant les résultats sont sûrs et constants. Que la vératrine agisse avec plus de sûreté si le malade vomit, c'est certain, mais ce n'est point du tout nécessaire. Quant à la méthode de l'administration, elle est

très-importante. Bamberger, Griesinger, Nasse l'ont mal employée ; ils donnaient $^1/_3$ gr. trois fois ; c'est trop fort et trop distant ; il faut de petites doses fréquentes, $^1/_{24}$-$^1/_{12}$ gr. toutes les heures. Si le pouls descend après 4-6 doses, on la met de côté, de même si le malade se plaint de nausées. On peut occasionner le vomissement dans certains buts, ainsi dans le cas d'œdème du poumon. On doit, à ce qu'il semble, empoisonner pour ainsi dire le malade avec de la vératrine. Elle a un grand avantage sur la digitale qui n'est pas si sûre, et dont l'action dure trop longtemps ; on a vu des cas où le pouls était à 56 pendant 4 semaines. La digitale retarde aussi la solution de la pneumonie. Les avantages de la vératrine sont : 1° promptitude, sécurité, exactitude ; 2° les effets d'intoxication sont beaucoup plus passagers, et le malade s'en trouve beaucoup mieux ; il faut, il est vrai, beaucoup de précautions surtout dans la pratique civile. Il faut donner la vératrine en pilules ; en poudre elle agit trop vivement, et a un goût abominable. M. Biermer a expérimenté avec elle dans le rhumatisme articulaire et d'érysipèle de la face ; mais ce ne sont pas des cas si simples ; la masse du sang y paraît altérée, l'effet n'en fut pas défavorable, mais peu encourageant. Cependant dans un cas d'érysipèle, pouls 120, temp. 41°,36, le succès fut complet en deux jours. Il est vrai qu'une cessation spontanée n'est pas rare ; en somme il ne peut pas donner une conclusion bien déterminée.

Puis M. Biermer parle du bon effet des hautes doses de quinine dans le rhumatisme artic-aigu ; il y a une grande différence entre les doses de 10 et de 20, les premières ne font rien, les secondes de 20-30 sont excellentes, mais on ne doit pas se laisser arrêter si l'effet

n'a pas lieu après un jour ou deux. On peut donner la quinine 8-10 jours. La rémission du pouls et de la température n'est pas si rapide et si grande qu'après l'usage de la vératrine, mais elle agit comme calmant et narcotique sans agir cependant sur le sensorium ; les bourdonnements d'oreille et le vertige ne sont pas rares. Les symptômes nerveux ne doivent pas en détourner, bien au contraire.

Dans le typhus, l'action de la quinine est très-passagère et cela ne doit pas nous étonner, mais le manque de moyens sûrs dans cette maladie excuse son emploi. On donne la quinine en solution.

Pour les injections sous-cutanées il manque encore à M. Biermer des expériences suffisantes.

M. le prof. *Seitz*, de Munich, confirme le bon effet de la vératrine. Il se sert de préférence de l'*Extr. veratri viridis*, qui prévient les nausées.

M. le Dr *Gosse*, père, rappelle les accidents provenant de l'estomac par suite des hautes doses de quinine.

M. *Biermer* a expérimenté avec une résine de vératrine et a eu grand succès, mais il n'a pu depuis se procurer de préparation analogue. De la résine venue de Dresde resta complétement sans effet. M. Biermer ajoute qu'avec le traitement à la vératrine la mortalité est assez faible ; il n'a perdu à Berne que deux malades de pneumonie qui étaient tous deux *potatores*.

M. le Dr *Dubois* raconte le cas d'un enfant qui en tombant s'éventra avec une bouteille qu'il avait dans sa poche ; prolapsus d'intestins considérable, blessure externe très-petite. Après le débridement la réduction fut pratiquée ; puis l'enfant fut atteint d'une péritonite sur-

aiguë qui céda au calomel à 14 gr. chaque demi-heure. L'enfant guérit.

Puis M. Dubois parle d'un cas d'hydropisie de l'ovaire. Après une injection iodée, se manifestèrent les accidents les plus alarmants, qui cependant se calmèrent. La tumeur a depuis 18 mois la grosseur d'une orange. Ce qui rend le cas remarquable, c'est que ces symptômes alarmants se manifestèrent immédiatement après l'injection.

M. *J.-L. Prevost,* interne des hôpitaux de Paris, lit une communication sur la déviation conjuguée des axes oculaires observée dans quelques cas d'hémiplégie. Cette déviation a lieu du côté opposé au côté paralysé, c'est-à-dire du même côté que l'hémisphère atteint. Dans les cas où l'on put faire l'autopsie, on crut observer une lésion des corps striés vers la base de l'encéphale. On pourrait considérer cette déviation comme un commencement des mouvements gyratoires que l'on observe chez les animaux, chez lesquels on a blessé les irradiations des pédoncules cérébraux.

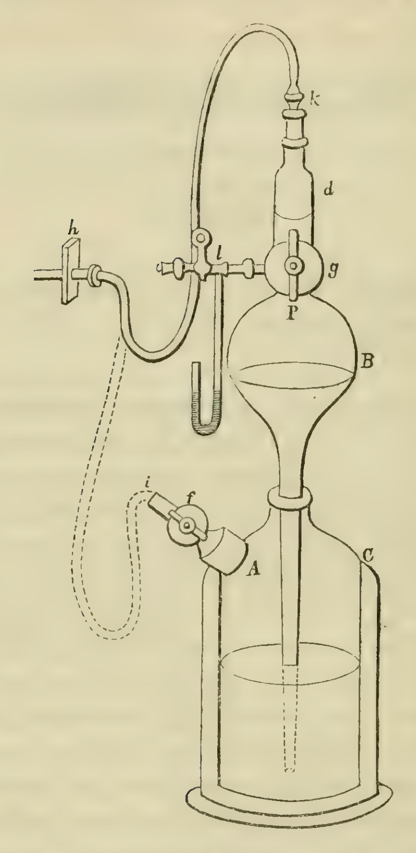
BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

Prof. POGGENDORFF. SUR UNE FORME NOUVELLE DE LA MACHINE PNEUMATIQUE A MERCURE (*Pogg. Ann.*, 1865, n° 5; *Phil. Mag.*, août 1865).

Quoique l'idée première de la machine pneumatique à mercure remonte à la fin du XVIIe siècle, ce n'est que récemment que cet appareil a acquis de l'importance entre les mains de M. Geissler de Bonn, qui l'a employé pour opérer, dans les tubes qui portent son nom, un vide plus parfait que celui qu'on peut obtenir avec la meilleure machine pneumatique. M. Poggendorff, comme on va le voir, a eu l'idée de modifier la machine à mercure de manière à en faire une sorte d'appendice de la machine pneumatique ordinaire. L'instrument, qui a été décrit pour la première fois dans les mémoires de l'Académie de Berlin pour 1865 (p. 158), consiste en deux parties distinctes; savoir : 1° Un récipient en verre, *A* (voy. la figure de la page suivante), de 12 pouces de haut sur 6 de diamètre, à encolure un peu large et muni d'une tubulure latérale; 2° un ballon en verre *B*, de forme allongée, muni dans sa partie inférieure d'une encolure usée à l'émeri de façon à passer à frottement juste au travers du col du récipient *A* dont elle atteint presque le fond. Un couvercle en fer, percé d'un orifice s'ouvrant en dehors au point *i*, et pouvant être fermé hermétiquement par le robinet *f*, est ajusté à la tubulure du récipient *A*. La partie supérieure du ballon *B* est munie d'un cou-

vercle en fer percé aussi d'un orifice qu'on peut fermer au moyen du robinet *g*. Cet orifice communique avec un flacon *d*, dans l'encolure duquel se trouve soudé un tube en fer *k*.



Le robinet *g*, est un robinet à trois voies. Lorsqu'il se trouve placé verticalement, comme dans la figure, avec l'extrémité *p* tournée en bas, il établit une communication entre le ballon *B* et le flacon *d*, et aussi avec l'air extérieur, pourvu que l'orifice *k* ne soit pas bouché. Si ce robinet est incliné à un angle de 45°, le ballon *B* se trouve fermé, et lorsqu'il est placé horizontalement avec l'extrémité *p* tournée à gauche, il établit une communication entre le ballon *B* et un tuyau latéral *l*, auquel on pourra

visser le tube ou réceptacle quelconque dans lequel on désire produire un vide. L'appareil est mis en communication avec la machine pneumatique au moyen d'un tube de caoutchouc muni à chaque extrémité d'un tampon creux métallique, ayant la forme d'un cône. L'un de ces tampons sert à fermer l'ouverture par laquelle on peut communiquer, au moyen du robinet principal *h*, avec la machine pneumatique ; l'autre sert à boucher tour à tour les deux orifices *i* et *k*.

Pour faire fonctionner l'appareil, on commence par remplir le récipient *A* de mercure jusqu'à près du niveau de la tubulure ; il faut pour cela environ 40 livres de ce métal. On tourne alors le robinet *h* de la machine pneumatique de façon à établir une communication entre le tube de caoutchouc et les cylindres de la machine. Deux coups de piston suffisent ordinairement pour amener le mercure à la hauteur voulue ; c'est-à-dire, non-seulement à remplir le ballon *B*, mais à passer au travers du robinet *g* dans le flacon *d* placé au-dessus de lui, et à le remplir suffisamment pour assurer le déplacement complet de l'air. Cela étant fait, on tourne le robinet *g* de 45°, de manière à fermer le ballon *B*. On enlève ensuite le tube en caoutchouc de l'orifice supérieur *k*, on l'ajuste à l'orifice inférieur *i*, et on se remet à pomper de façon à raréfier l'air dans le ballon *A*. Quatre coups de piston suffisent ordinairement pour vider complétement de mercure le ballon *B*, dans lequel se trouve alors un vide barométrique aussi parfait qu'il est possible de l'obtenir à moins de faire bouillir le mercure.

Pour produire un vide semblable dans un tube, ou autre réceptacle mis en communication avec le ballon *B* de la manière qui a été indiquée, il est évident que le procédé ci-dessus doit être répété autant de fois que cela est nécessaire pour obtenir le vide désiré. L'usage de l'appareil ne présente, comme on le voit, aucune espèce de danger, et n'exige pas l'emploi de beaucoup de force[1].

[1] L'auteur reconnaît dans une note que M. Robinson avait déjà construit un appareil basé sur le même principe que le sien, mais

Pour produire un vide barométrique dans de simples tubes de verre auxquels se trouvent soudés des fils de platine ou d'aluminium, l'auteur se sert d'un procédé plus simple et qui n'exige pas l'emploi de la machine pneumatique à mercure. Son appareil est composé d'un gros flacon muni d'une tubulure qu'il remplit à peu près à moitié de mercure. L'encolure du flacon de même que la tubulure sont munies de bons bouchons. Un petit tube de fer, qu'on peut fermer au moyen d'un robinet, passe au travers du bouchon de la tubulure, et, au travers de celui de l'encolure, est inséré un tube de verre, long de 8 à 10 pouces, qui se trouve soudé à angle droit au centre du tube placé horizontalement dans lequel on veut faire le vide.

Pour faire fonctionner l'appareil, l'opérateur commence par faire passer l'extrémité ouverte du tube de verre au travers de son bouchon, de façon à la faire tremper dans le mercure. On retourne alors graduellement le flacon ; aussitôt le mercure qu'il renferme passe dans le tube dans lequel on se propose de faire le vide jusqu'à le remplir complétement. On redresse ensuite lentement le flacon de façon à le ramener à sa première position, en enfonçant de plus en plus le tube dans le mercure à mesure qu'on redresse l'appareil. Cela fait, on place l'orifice du tube de fer en communication avec la machine pneumatique au moyen d'un tube de caoutchouc, de la manière que cela a été déjà indiqué, et il suffit d'un seul coup de piston, pour opérer le vide dans le flacon, et par conséquent dans le tube, lequel peut être ensuite fermé à la lampe ou laissé en communication avec le flacon.

CHIMIE.

Dr T. Woods. Sur l'équivalent calorique du magnésium. (*Phil. Magazine*, juillet 1865.)

L'intensité de la lumière produite par la combustion du magnésium est-elle accompagnée du dégagement d'une quantité

beaucoup moins commode dans l'usage. Cet appareil est décrit dans le *Philosophical Magazine* de septembre 1864.

correspondante de chaleur? L'auteur, pour résoudre cette question, a employé une méthode décrite dans un mémoire précédent, et dont il s'était servi pour déterminer la quantité de chaleur dégagée par l'oxydation des métaux[1]. Cette méthode consiste à dissoudre le magnésium dans l'acide sulfurique étendu d'eau, et à observer l'élévation de température du liquide, en tenant compte dans le résultat de la quantité de chaleur absorbée par la décomposition de l'eau, ainsi que de celle dégagée par suite de la combinaison de la magnésie avec l'acide. Le résultat d'un grand nombre d'expériences a conduit l'auteur à admettre, que la quantité de chaleur développée par la combustion ou l'oxydation d'un équivalent de magnésium est le double de celle qui est dégagée par l'oxydation d'un équivalent de zinc. La combustion de 4 grains, ou un équivalent de zinc, l'oxygène étant = 1, a élevé la température de 1000 grains d'eau de 5°,3 cent., tandis que le magnésium, par suite de la combustion de 1 1/2 grain, soit un équivalent, a élevé la température de cette même quantité d'eau de 10°,7. C'est là la plus grande quantité de chaleur développée par un équivalent d'une substance quelconque dont l'auteur ait connaissance. En effet, le potassium et le sodium qui, jusqu'à présent, étaient regardés comme les substances qui dégageaient le plus de chaleur, ne produisent dans 1000 grains d'eau, qu'une élévation de température de 9°,7, par suite de la combustion d'un équivalent de chacune de ces substances.

La quantité de chaleur développée par la combinaison du magnésium avec le chlore est aussi plus grande que pour toute autre substance. Lorsqu'on dissout un métal dans de l'acide chlorhydrique, le chlore se combine avec ce métal, et l'acide se décompose avec dégagement d'hydrogène. Par conséquent, en calculant l'élévation de température due à la dissolution du métal, et en y ajoutant la quantité de chaleur absorbée par suite de la décomposition, on obtient la chaleur développée par la combinaison du chlore avec le métal. C'est ainsi que l'auteur a trouvé que

[1] V. *Philosophical Magazine*. Novembre 1852 et juillet 1856.

lorsqu'un équivalent de magnésium, l'oxygène = 1, se combine avec le chlore, la chaleur produite est suffisante pour élever la température de 1000 grains d'eau de 14°. Un équivalent de zinc, en se combinant avec le chlore, développera une quantité de chaleur suffisante pour réchauffer la même quantité d'eau de 6° $^1/_4$, et un équivalent de potassium pour la réchauffer de 12°,7.

GEORGE GORE. SUR LES PROPRIÉTÉS DU GAZ ACIDE CHLORHYDRIQUE LIQUÉFIÉ. (*Compte rendu des Mémoires de la Société royale*, mai 1865, et *Phil. Magazine*, juin 1865.)

L'auteur, après avoir rappelé l'appareil déjà décrit dans les *Transactions philosophiques* pour 1861, et dont il s'est servi pour examiner l'action sur certains solides du gaz acide chlorhydrique liquéfié sous une très-forte pression, variant de 500 à 1100 livres sur chaque pouce carré de surface, rend compte, dans le mémoire actuel, de divers perfectionnements qu'il a apportés à cet appareil, en vue principalement de prévenir tout danger d'explosion, et aussi pour retirer plus facilement les solides qui auraient été exposés pendant un temps plus ou moins long à l'action de l'acide liquéfié. Les substances qu'il a employées pour produire le gaz étaient, comme précédemment, le sel ammoniaque et l'acide sulfurique concentré. — Voici quelques-uns des principaux résultats signalés :

Le gaz acide chlorhydrique liquéfié est mauvais conducteur de l'électricité, sans cependant être un corps aussi isolant que l'acide carbonique liquide. Son pouvoir dissolvant sur les corps solides est en général faible. Sur 86 substances solides soumises à l'expérience, il n'en a dissous que 12, dont plusieurs en très-petite quantité. Sur 5 métalloïdes éprouvés, il n'en a dissous qu'un seul, l'iode; sur 15 métaux, un seul, l'aluminium. Sur 22 oxydes, il en a dissous 5, savoir : l'acide titanique, l'acide arsénieux, l'acide arsénique, le tritoxyde d'antimoine et l'oxyde de zinc. Sur 9 carbonates soumis à son action, il n'en a dissous aucun; sur

8 sulfures, un seul, le trisulfure d'antimoine; sur 7 chlorures, il en a dissous 2, savoir, le perchlorure de phosphore et le protochlorure d'étain. Sur 7 substances organiques soumises à l'expérience, deux seulement ont été dissoutes, savoir : l'acide oxalique faiblement au bout de trois jours, sans changement de couleur, et la guttapercha très-promptement, en communiquant à l'acide liquéfié, d'abord une teinte rouge et puis une couleur brun foncé.

Ces résultats sont de nature à montrer que l'acide chlorhydrique liquide, à l'état anhydre, exerce sur les corps solides en général une action chimique beaucoup moins intense que ce même acide combiné avec de l'eau, ainsi que cela a lieu ordinairement. La diversité de cette action sur le magnésium, le zinc, le cadmium et même l'aluminium, suivant que l'acide est anhydre ou mêlé à l'eau, est surtout remarquable. Il se peut que cette différence provienne en grande partie du faible pouvoir dissolvant de l'acide anhydre, et de ce que les pellicules insolubles qui se forment à la surface des corps qui y ont séjourné, opposent un obstacle à tout contact, et partant à toute action ultérieure. Cependant, ce défaut de contact n'a guère pu se présenter dans l'exemple remarquable de la chaux caustique, sur laquelle le gaz liquéfié n'avait pas exercé d'action sensible au bout de plusieurs jours. Dans ce cas, en effet, il se trouvait en présence un véritable acide, c'est-à-dire un acide hydrogéné, et une base énergique, l'un et l'autre presque à l'état de pureté parfaite, doués dans les circonstances ordinaires d'une affinité puissante l'un pour l'autre, l'un à l'état liquide et l'autre à celui de solide poreux, mis en contact intime par le moyen d'une pression énorme et de nature à forcer le liquide à pénétrer le solide poreux, la base solide n'occupant qu'un faible volume à côté d'un acide liquide fortement en excès, enfin action prolongée pendant un intervalle de plusieurs jours : malgré toutes ces conditions si favorables à une combinaison chimique, les deux substances sont restées sans action appréciable l'une sur l'autre.

Il ne faut pas perdre de vue que les résultats obtenus doivent

être attribués en partie, sans doute, à l'acide chlorhydrique anhydre à l'état liquide, mais aussi en partie à l'action du même acide à l'état gazeux sous une forte pression. Dans les expériences de M. Gore, il a été impossible de tenir compte de chacun de ces effets considérés séparément ; mais il est probable que si les substances qu'il a examinées avaient pu être soumises à l'action de l'acide liquide *seul*, les effets chimiques auraient été encore plus faibles. C'est ainsi, par exemple, que l'action qui s'est manifestée sur le potassium, le sodium et l'étain paraît bien avoir été due à l'influence de l'acide à l'état gazeux, puisque le séjour de ces métaux dans l'acide liquide n'a donné lieu à aucun dégagement de gaz. Dans le cas du potassium et du sodium, de ce dernier métal surtout, il est possible, quoique peu probable, que la totalité du métal ait été attaquée avant que de se trouver en contact avec l'acide liquide, mais cela n'était certainement pas le cas avec l'étain, une portion de la surface de ce métal étant restée à la fin de l'expérience sans corrosion apparente.

Les oxydes en général, de même que les carbonates, sauf dans le cas de la chaux et de quelques autres oxydes peu disposés à se combiner avec l'acide chlorhydrique, se sont convertis plus ou moins complétement en chlorures. Les carbonates, qui ont été décomposés par l'acide liquéfié, n'ont pas dégagé des bulles de gaz en quantité sensible, fait qui s'explique en ce qu'ils ont pu être déjà complétement décomposés par l'acide gazeux pendant la production de celui-ci ; ou bien, en ce que l'acide carbonique ayant été dégagé à l'état liquide, a été dissous par l'acide chlorhydrique liquide. Les sulfures, dans quelques cas, ont été convertis en chlorures ; dans d'autres cas, il n'y a pas eu d'action sensible ; cependant des traces de sublimé blanchâtre ont été constamment produites dans l'acide gazeux. Le chlorate, de même que le nitrate de potasse, ont été l'un et l'autre décomposés.

L'auteur termine en faisant remarquer que des tubes pareils à ceux qu'il avait employés pour la production de son gaz acide chlorhydrique liquide, et qui avaient été chargés d'acide car-

bonique liquide en octobre 1860, n'avaient subi aucune perte en février 1865.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

E. Fuchs, ingénieur au corps impérial des mines. Mémoire sur le gisement de chlorure de potassium de Stassfurt-Anhalt.

Ce travail nous présente une étude remarquable d'un puissant gisement de sels de composition diverse, découvert il y a peu d'années, non loin de Magdebourg (Prusse), à Stassfurt et à Anhalt.

Ce vaste dépôt, situé à la partie inférieure de la formation triasique, est recouvert par des grès, calcaires et schistes bitumineux, équivalents des grès bigarrés.

Les sels principaux qui le composent sont : le sel gemme alternant avec des filets minces et réguliers d'anhydrite ; un chlorure de sodium impur avec polyhalite (sulfate multiple de potasse de chaux et de magnésie) ; la kiésérite (sulfate de magnésie) ; la carnallite (chlorure double de potassium et de magnésium) ; la tachydrite (chlorure double de calcium et de magnésium), la stassfurtite (variété de boracite). On y trouve en outre quelques substances telles que la sylvine (chlorure de potassium), le brome et le rubidium.

Ces dépôts sont maintenant l'objet d'une active exploitation décrite avec grand soin par l'auteur de ce mémoire. Mais la partie la plus originale de son travail consiste dans l'explication qu'il a donnée de la formation de ce gisement.

L'auteur de la plus ancienne théorie, M. Reichardt, admet que ces masses énormes de sels sont produites par l'évaporation d'une ancienne mer dont les eaux se seraient de plus en plus concentrées; plusieurs raisons physiques et chimiques rendent ici cette théorie inadmissible. Les calculs prouvent, entre autres, que la mer dont la dessiccation aurait produit la masse de sel aujour-

d'hui connue aurait eu 20,000 mètres de profondeur. Or ni la topographie, ni la géologie de ce pays n'autorisent cette supposition.

M. Bishof, s'appuyant sur les faits qui se passent actuellement dans la mer Caspienne et quelques autres mers, avait proposé une seconde explication et pensait que de nombreux cours d'eau chargés de sels dissous dans leur parcours auraient amené dans cette mer des eaux qui s'y seraient peu à peu concentrées. La dessiccation serait expliquée, suivant M. Bishof, par une élévation de la température au-dessus de 100°, fait qui rendrait compte de la plupart des phénomènes chimiques opérés dans ce bassin, tels que la formation de l'anhydrite, etc. Cette théorie préférable à la précédente ne résiste cependant pas à de sérieuses objections que l'auteur énonce dans son travail :

« Sans parler, dit-il, des nombreuses difficultés de détail qu'entraînent ces hypothèses, souvent contradictoires, sur l'influence du temps et de la pression, la nécessité d'invoquer, pour expliquer la présence de la boracite, des dislocations postérieures au dépôt des trois premières zones et dont on ne retrouve pas de traces dans ce gisement; l'absence de toute interprétation relative à l'existence de la tachydrite après le dépôt du sulfate de magnésie ; enfin et surtout la difficulté d'expliquer comment et par où a pu s'échapper l'eau du gypse, alors qu'au contraire la netteté des couches de sel gemme et la régularité de leur superposition aux filets d'anhydrite sont incompatibles avec les perturbations qu'eût nécessairement entraînées le passage de l'eau provenant du gypse sous-jacent, tout cela ne nous permet pas de considérer la théorie de M. Bishof comme une solution définitive du problème de l'origine du gisement de Stassfurt. »

Aussi M. Fuchs a-t-il cru préférable d'y substituer une nouvelle théorie dans laquelle il démontre que les forces éruptives ont tenu une large part dans la formation de ce gisement :

« A la suite d'une dislocation de l'écorce terrestre, des émanations sous forme de gaz et de sources thermales arrivent dans

un bassin fermé occupé par un lac, ou mieux par une large lagune d'eau salée. L'épanchement a lieu, comme on le voit aujourd'hui encore dans les salzes, tantôt par les bords, tantôt par le fond même du bassin, et leur premier effet est d'élever la température de ce dernier et d'y apporter des matières boueuses analogues aux salbandes des filons et provenant de la décomposition des roches sur leur passage. Quant aux substances salines qu'elles tiennent en dissolution, elles sont nécessairement très-variables et se confondent très-souvent dans les dépôts avec celles qui se trouvaient primitivement dans les eaux du bassin. »

Le sulfate de chaux qui est d'origine thermale se dépose d'abord par le fait de la haute température à l'état d'anhydrite, puis à l'état de gypse. L'intermittence des sources donne ensuite des bancs de sel gemme alternant avec de minces couches d'anhydrite. Puis s'effectue le dépôt d'un sulfate double de chaux et de soude ou de potasse. Les différences dans la force et la nature des émanations expliquent la variabilité dans la suite des dépôts. Les eaux mères se refroidissant abandonnent successivement la kiésérite, la polyhalite, la carnallite, et c'est ainsi que chaque matière prend dans cette théorie la place que lui assigne la succession des phénomènes naturels. Des expériences de laboratoire viennent encore confirmer et soutenir cette ingénieuse explication. M. Fuchs ne la borne pas, du reste, à ce gisement, mais il la relie aux phénomènes généraux de la sédimentation :

« Ce n'est pas là, dit-il, un fait isolé, et dans la plupart des phénomènes où la sédimentation a joué un grand rôle, elle n'a presque jamais été que la cause seconde, venant compléter l'action des forces éruptives et des émanations qui l'avaient précédée......

« Les gisements salins qui, pendant longtemps, semblaient être le résultat de la seule sédimentation, ne font donc que rentrer dans la loi générale, en ayant, eux aussi, une origine mixte. »

Après ce remarquable examen de la formation du gisement salin, M. Fuchs décrit successivement son exploitation, la prépa-

ration des matières extraites, le traitement de la carnallite et termine par un chapitre sur les applications du chlorure de potassium et des produits accessoires de sa fabrication.

Il nous montre de quelle immense utilité a été pour l'industrie et l'agriculture cette mine inépuisable de sel de potasse dont l'Europe commençait à manquer.

Les végétaux demandent au sol une certaine proportion de sels minéraux nécessaire à leur substance. La privation de ces sels et surtout de la potasse ralentit leur croissance et devient pour eux la cause de la maladie dont leur culture n'offre que de trop nombreux exemples ; mais leur rareté les rendait jusqu'à ce jour hors de prix pour le propriétaire. Aussi, lorsque le gisement de Stassfurt fut découvert, ces produits trouvèrent dans l'agriculture une application sur une immense échelle. On chercha la meilleure manière de profiter de cette ressource inattendue, et, après quelques essais, on accorda la préférence aux matières suivantes :

1° Le *sel de potasse*, produit secondaire du sulfate de potasse, renfermant aussi du sulfate de magnésie et du chlorure de sodium.

2° L'*engrais de potasse* qui se retire d'un produit accessoire de la fabrication du sulfate de potasse, au moyen de la kiésérite.

E. F.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1865.

Le 1er, forte rosée : halo solaire partiel à plusieurs reprises dans la matinée.

2, 3, 4, 5, rosée le matin ; le 5 de 6 h. 15 m. à 7 h. du soir, éclairs et tonnerres, l'orage passe du SSE. au SO. au sud de l'observatoire. Un second orage éclate plus tard, de 9 h. 30 m. à 10 h. 30 m.; éclairs et tonnerres continuels du côté du NNE.

6, de 4 h. 20 m. à 6 h. 10 m. du soir, tonnerres continuels, l'orage passe du SE. au sud et SSO., il tombe quelques gouttes de pluie un peu avant 6 h. Plus tard dans la soirée éclairs dans toute la partie ouest de l'horizon.

7, depuis 6 h. 15 m. du soir, éclairs continuels dans toutes les parties du ciel ; on entend le tonnerre de 7 h. 35 m. à 9 h. 20 m.

8, 9, 10, rosée le matin ; le 10, halo solaire partiel à plusieurs reprises dans l'après-midi.

11, rosée, couronne lunaire dans la soirée.

12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22 rosée le matin et le soir.

22, éclairs au SE. le soir.

23, id.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3, à 8 h. matin ...	733,91	Le 7, à 4 h. après-m.	729,54
11, à 8 h. matin ...	735,91	16, à 4 h. après-m.	730,67
19, à 8 h. matin ...	734,87	21, à 4 h. après-m.	728,27
26, à 8 h. matin ...	736,14		

Jours du mois.	Baromètre.		Température C.				Tension de la vap		Fract. de saturation en millièmes.				Pluie ou neige		Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône.		Limnimètre à midi
	Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale.	Moyenne des 24 heures.	Ecart avec la temp. normale.	Minim.	Maxim.	Moy. des 24 h	Ecart avec la tension normale.	Moy. des 24 h.	Ecart avec la fraction norm.	Mini-mum.	Maxi-mum.	Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb d'h.			Midi.	Ecart avec la temp. normale.	
	millim.	millim.	o	o	o	o	mm	mm					mm				o		pouces
1	732,24	+ 4,75	+15,06	−1,26	+ 8,3	+22,5	9,61	−0,51	760	+ 12	559	960	..	..	variable	0,16	19,0	+ 0,8	71,0
2	732,85	+ 5,39	+16,89	+0,68	+11,7	+22,1	10,93	+0,78	772	+ 21	520	950	..	.	N. 1	0,04	18,8	+ 0,6	70,5
3	732,87	+ 5,44	+17,21	+1,11	+11,0	+23,5	11,47	+1,36	794	+ 40	560	970	..	..	N. 1	0,00	18,8	+ 0,6	70,5
4	732,02	+ 4,62	+17,99	+2,01	+11,0	+25,1	11,57	+1,49	763	+ 7	490	980	...	..	variable	0,00	. .	.....	70,5
5	732,87	+ 5,51	+19,57	+3,71	+13,7	+25,3	13,20	+3,16	779	+ 20	590	960	0,8	2	variable	0,53	18,8	+ 0,9	70,0
6	732,08	+ 4,75	+18,53	+2,79	+12,9	+25,1	12,30	+2,30	780	+ 19	580	950	0,1	1	N. 1	0,41	18,9	+ 1,0	70,0
7	730,81	+ 3,51	+18,54	+2,92	+12,9	+21,0	12,28	+2,32	775	+ 11	570	910	2,1	3	N. 1	0,39	.	.....	69,5
8	731,31	+ 4,04	+18,95	+3,45	+13,0	+25,5	12,11	+2,19	762	− 5	490	960	..	.	SSO. 1	0,33	18,6	+ 0,9	69,3
9	733,02	+ 5,79	+18,77	+3,41	+14,0	+25,0	13,00	+3,12	808	+ 39	640	910	...	..	N. 1	0,17	18,8	+ 1,2	69,2
10	734,63	+ 7,43	+19,00	+3,76	+12,5	+26,3	12,12	+2,28	759	− 13	490	990	. .	..	N. 1	0,22	...	.....	68,8
11	735,05	+ 7,88	+20,12	+5,01	+13,9	+26,8	13,16	+3,36	753	− 21	560	930	..	.	N. 1	0,04	19,7	+ 1,2	68,5
12	733,62	+ 6,18	+18,50	+3,52	+13,6	+23,6	11,74	+1,99	744	− 33	560	950	..	..	NNE. 2	0,19	20,1	+ 2,7	68,2
13	733,18	+ 6,07	+15,34	+0,49	+12,4	+20,5	8,82	−0,88	699	− 81	530	810	...	.	N. 1	0,04	20,1	+ 2,8	69,0
14	733,67	+ 6,60	+15,08	+0,36	+ 8,8	+21,2	9,80	+0,15	770	− 12	570	960	..	..	N. 1	0,00	20,0	+ 2,8	67,8
15	732,73	+ 5,69	+16,40	+1,82	+10,0	+23,8	10,22	+0,62	748	− 37	470	950	...	..	N. 1	0,00	19,9	+ 2,8	67,5
16	731,50	+ 4,49	+16,45	+2,01	+10,0	+23,1	10,42	+0,87	756	− 31	490	930	...	.	variable	0,01	20,2	+ 3,1	67,2
17	731,84	+ 4,86	+16,41	+2,14	+ 9,3	+23,9	10,61	+1,11	761	− 29	500	930	...	.	N. 1	0,16	...	.....	66,8
18	733,10	+ 6,15	+16,61	+2,45	+ 9,2	+23,8	9,54	+0,09	694	− 99	480	960	..	..	N. 1	0,01	19,7	+ 2,6	66,0
19	733,85	+ 6,91	+15,94	+1,92	+10,3	+22,0	10,56	+1,16	789	− 6	600	930	...	..	N. 1	0,04	20,0	+ 3,2	66,0
20	732,77	+ 5,89	+15,75	+1,87	+ 8,7	+23,0	10,49	+1,14	792	− 6	480	970	...	..	N. 1	0,00	19,9	+ 3,2	65,7
21	729,49	+ 2,64	+16,51	+2,78	+ 9,3	+23,3	11,25	+1,96	802	+ 2	500	960	..	..	N. 1	0,14	19,9	+ 3,3	65,0
22	730,25	+ 3,43	+17,17	+3,59	+11,0	+21,2	10,58	+1,35	740	− 63	510	950	...	.	N. 1	0,03	19,8	+ 3,3	64,2
23	732,61	+ 5,82	+16,57	+3,11	+10,3	+22,5	9,63	+0,46	699	−106	490	950	...	.	N. 1	0,10	19,7	+ 3,3	64,0
24	734,88	+ 8,12	+14,99	+1,71	+ 8,9	+21,7	9,07	−0,04	729	− 78	410	920	...	..	N. 1	0,06	..	.....	63,5
25	734,90	+ 8,17	+14,88	+1,75	+ 8,0	+21,4	8,76	−0,29	709	−100	500	960	..	..	N. 1	0,02	19,8	+ 3,6	63,3
26	734,45	+ 7,75	+14,20	+1,22	+ 7,5	+20,8	8,80	−0,19	736	− 75	520	930	...	..	N. 1	0,03	19,7	+ 3,6	62,5
27	732,17	+ 5,50	+14,61	+1,79	+ 7,9	+22,6	9,09	+0,16	741	− 69	420	920	...	..	N. 1	0,20	19,7	+ 3,7	61,5
28	731,84	+ 5,19	+13,89	+1,23	+ 6,9	+22,0	7,63	−1,24	680	−135	410	950	...	..	variable	0,03	19,6	+ 3,7	60,5
29	730,09	+ 3,47	+13,77	+1,27	+ 6,4	+22,0	8,21	−0,60	709	−108	500	940	...	..	variable	0,00	19,5	+ 3,8	60,0
30	728,00	+ 1,40	+13,07	+0,73	+ 5,9	+20,2	8,31	−0,44	754	− 65	440	950	...	..	variable	0,11	19,1	+ 3,5	58,7

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1865.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	732,83	733,10	733,16	732,64	732,07	731,69	731,70	732,53	732,83
2e »	733,61	733,95	733,86	733,35	732,62	732,23	732,21	732,75	733,01
3e »	732,52	732,85	732,71	732,07	731,26	730,76	730,81	731,28	731,63
Mois	732,99	733,30	733,24	732,69	731,98	731,56	731,58	732,18	732,49

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade	+12,51	+17,25	+19,59	+21,73	+22,94	+23,17	+21,85	+19,47	+16,99
2e »	+10,97	+15,27	+18,51	+20,26	+22,11	+22,46	+20,85	+17,57	+15,02
3e »	+ 8,63	+12,95	+17,38	+19,29	+21,12	+20,98	+19,01	+15,85	+13,30
Mois	+10,71	+15,16	+18,49	+20,16	+22,06	+22,20	+20,58	+17,63	+15,10

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	10,32	12,29	12,35	11,99	12,13	12,24	12,18	12,79	11,92
2e »	9,19	10,57	10,43	10,66	10,95	11,03	11,92	11,15	10,35
3e »	7,96	9,23	9,51	8,87	9,02	10,13	10,33	9,61	9,00
Mois	9,16	10,70	10,77	10,50	10,70	11,14	11,48	11,18	10,42

Fraction de saturation en millièmes.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	952	840	725	616	581	581	625	762	831
2e »	932	808	653	592	552	551	647	749	808
3e »	943	828	637	528	483	550	628	720	791
Mois	942	825	672	579	539	561	633	744	810

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		o	mm	p.
1re décade,	+12,10	+24,47	0,27	+18,73	3,00	69,93
2e »	+10,62	+23,17	0,05	+19,96	0,00	67,27
3e »	+ 8,21	+22,07	0,07	+19,64	0,00	62,32
Mois	+10,31	+23,24	0,13	+19,50	3,00	66,51

Dans ce mois, l'air a été calme 2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui 1,69 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 12°,1 O. et son intensité est égale à 29 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE SEPTEMBRE 1865.

Le 21, vers les 5 heures du soir, une légère pluie pendant un quart-d'heure; l'eau tombée n'était pas mesurable.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 5, à 10 h. soir....	575,05		
		Le 7 et 8, à 4 h. après m.	572,70
10, à 8 h. soir.....	576,63		
		16, à 6 h. matin ..	572,44
18, à 10 h. soir.....	574,79		
		21, à 2 h. après m.	570,74
25, à 10 h. soir.....	574,64		

SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1865.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Ecart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Température, C. Moyenne des 24 heures.	Ecart avec la température normale.	Minimum.[1]	Maximum.[1]	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.
	millim.	millim,	millim.	millim.	o	o	o	o	mm	mm			
1	570,00	+ 2,19	568,94	570,60	+ 2,54	— 2,19	— 1,1	+ 6,4	.....	......	.....	NE. 2	0,74
2	572,77	+ 5,02	571,64	573,90	+ 5,93	+ 1,29	+ 2,3	+ 8,8	......	......	.....	NE. 1	0,39
3	573,95	+ 6,26	573,46	574,31	+10,12	+ 5,57	+ 5,7	+14,3	......	......	......	NE. 1	0,00
4	573,93	+ 6,30	573,59	574,51	+ 9.83	+ 5,37	+ 6,9	+13,2	.....	......	.....	NE. 1	0,07
5	574,68	+ 7,11	574,47	575,05	+ 8,83	+ 4,46	+ 6,6	+11,2	......	......	......	variable	0,54
6	573,71	+ 6,21	573,46	574,06	+ 9,04	+ 4,77	+ 7,2	+11,3	......	......	.....	variable	0,52
7	573,08	+ 5,65	572,70	573,37	+ 7,67	+ 3,50	+ 5 0	+13,1	....	.....	....	SO. 2	0,58
8	573,17	+ 5,81	572,70	573,70	+ 6.04	+ 1 97	+ 4,9	+ 8,6	.....	......	......	SO. 1	0,65
9	574.25	+ 6,96	573,66	575,00	+ 7,35	+ 3,38	+ 4,7	+10,8	......	......	.....	NE. 1	0,41
10	575,93	+ 8,71	575,47	576,63	+ 9,30	+ 5,43	+ 7,2	+11,9	....	......	......	NE. 1	0,31
11	576,35	+ 9,20	576,13	576,59	+ 9.72	+ 5,96	+ 7,8	+11,9	......	......	.....	NE. 1	0,36
12	573,82	+ 6,74	573,13	574,85	+ 8,12	+ 4 47	+ 6,3	+10,9	......	......	.....	NE. 2	0,42
13	572.98	+ 5,98	572,60	573,42	+ 8 50	+ 4,96	+ 5,5	+11,4	......	......	......	NE. 1	0,00
14	573,77	+ 6,85	573,15	574,09	+ 8,94	+ 5,51	+ 7,1	+11,3	......	......	......	NE. 1	0,02
15	573,48	+ 6,63	573,34	573,67	+10,24	+ 6,92	+ 7,3	+14,3	......	.....	......	NE. 1	0,02
16	572,76	+ 5,98	572,44	573,07	+ 9,78	+ 6,58	+ 7,9	+13,2	......	......	......	NE. 1	0,00
17	572,89	+ 6,19	572,61	573,40	+ 8,67	+ 5,59	+ 6,5	+12,0	......	.....	......	NE. 1	0,08
18	573,98	+ 7,36	572,83	574,79	+ 8,70	+ 5,74	+ 4,9	+11,8	.....	......	......	NE. 1	0,00
19	574,16	+ 7,62	573,81	574,42	+10,22	+ 7,39	+ 7,0	+13,4	......	.....	......	NE. 1	0,00
20	573,46	+ 7,00	572,91	573,94	+ 8,47	+ 5.76	+ 5,2	+11,4	.....	......	......	NE. 1	0,11
21	571,03	+ 4,65	570,74	571,35	+ 7,57	+ 4,98	+ 5,4	+10,0	.....	......	......	NE 1	0,18
22	571,76	+ 5,46	571.16	572,35	+ 7,87	+ 5,41	+ 4,4	+10,6	......	......	......	SO. 1	0,18
23	573.06	+ 6,84	572.66	573,90	+ 6,99	+ 4,66	+ 5,2	+ 9,8	......	......	......	NE. 1	0,50
24	574,35	+ 8,21	573,87	574,58	+ 6,88	+ 4,68	+ 4.6	+ 9.8	......	.....	....	NE. 1	0,18
25	574,18	+ 8,12	573,94	574.64	+ 6,13	+ 4,06	+ 4,2	+ 8,2	......	......	.....	variable	0,16
26	573,74	+ 7,76	573,14	574,46	+ 6,50	+ 4,56	+ 2,8	+10,6	....	.....	......	variable	0,00
27	572,35	+ 6,45	572,17	572,64	+ 0 77	— 1,04	+ 0,1	+ 2,7	......	.....	......	SO. 2	0,80
28	571,05	+ 5,23	570.64	571,51	+ 3,11	+ 1,44	0,0	+ 6.3	......	......	......	variable	0,11
29	569,45	+ 3,71	569.17	569,71	+ 3,55	+ 2,02	+ 0,6	+ 7,6	......	......	.....	variable	0,17
30	567,83	+ 2,18	567,52	568,35	+ 3,17	+ 1,78	+ 1,0	+ 7,2	......	.....	......	NE. 1	0,44

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermomètrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1865.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	573,09	573,36	573,62	573,61	573,48	573,48	573,67	573,93	574,05
2e »	573,56	573,77	573,96	573,93	573,75	573,74	573,75	573,89	573,90
3e »	571,88	572,03	572,11	571,95	571,76	571,69	571,80	571,98	572,06
Mois	572,84	573,05	573,23	573,16	573,00	572,97	573,07	573,27	573,34
Température									
1re décade,	+ 5,04°	+ 7,67°	+ 8,97°	+10,32°	+10,29°	+ 9,73°	+ 7,97°	+ 7,43°	+ 6,90°
2e »	+ 6,73	+ 9,83	+11,24	+12,03	+11,66	+10,36	+ 9,01	+ 8,53	+ 8,14
3e »	+ 2,96	+ 4,94	+ 5,98	+ 7,37	+ 8,09	+ 7,22	+ 6,29	+ 5,28	+ 4,45
Mois	+ 4,91	+ 7,48	+ 8,73	+ 9,91	+10,01	+ 9,10	+ 7,76	+ 7,08	+ 6,50

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade,	+ 4,94	+10,96	0,42	—	—
2e »	+ 6,55	+12,16	0,10	—	—
3e »	+ 2,83	+ 8,28	0,27	—	—
Mois	+ 4,77	+10,47	0,26	—	—

Dans ce mois, l'air a été calme 17 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,82 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45°E , et son intensité est égale à 44 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

DÉVIATION DE L'AIGUILLE AIMANTÉE

PAR LES

COURANTS INDUITS DE LA BATTERIE DE LEYDE

PAR

M. P. RIESS.

(*Poggend. Ann.*, t. CXXIV, p. 252. — Traduction.)

---

23. Dans un premier mémoire [1] je me suis occupé de la propriété remarquable de la soupape électrique, de ne laisser passer, suivant sa position, que l'un ou l'autre des deux courants électriques opposés, qui constituent le courant secondaire de la batterie. Je rappelle à cette occasion encore une fois, que la séparation de courants opposés s'effectue avec une sûreté inattendue par une soupape dans une disposition normale. Parmi le grand nombre d'expériences que j'ai faites, dans lesquelles la longueur de la colonne d'air à traverser par le courant était d'une ligne, et la pression d'une ou deux lignes de mercure, jamais la déviation du miroir aimanté n'a eu lieu dans le sens d'un courant se dirigeant du disque à la pointe, dans la soupape.

La constance que présente la direction ne s'étend point, comme on peut le prévoir, à l'amplitude de la déviation. Les deux électricités séparées par l'induction et qui for-

[1] *Poggend. Ann.*, t. CXX, p. 513. — Voyez *Archives*, 1865, t. XX, p. 275.

ment l'une et l'autre partie du courant secondaire, peuvent de nouveau se réunir par deux chemins : ou bien dans la direction dans laquelle elles ont été séparées, en passant par la soupape ; ou bien dans la direction opposée, en passant par des conducteurs entièrement métalliques. Dans la première alternative seule elles peuvent produire une déviation magnétique. Des observations très-simples qui ont déjà été mentionnées prouvent que cette double égalisation s'effectue chaque fois. Si l'on fait passer l'un après l'autre dans le multiplicateur du galvanomètre, les deux courants opposés qui constituent le courant secondaire, il n'en résulte point de déviation magnétique ; dans chaque courant il y a par conséquent la même quantité d'électricité en mouvement. Cependant les déviations ont été rarement égales, lorsqu'à l'aide de la soupape on opérait sur chaque courant isolé. Les déviations produites par le courant secondaire suivant la direction du courant principal étaient en général sensiblement plus grandes que celles du courant opposé. Le même courant a donné d'ailleurs des déviations très-différentes, selon la pression dans la soupape : en augmentant graduellement la pression de 2 lignes jusqu'à 28 pouces, les déviations ont d'abord diminué d'amplitude et plus tard augmenté de nouveau. Il faut en conclure que les déviations magnétiques produites par le courant secondaire qui traverse la soupape n'accusent pas toute l'électricité en mouvement dans le courant, mais seulement une partie, et que cette partie est variable quand même le courant principal et le courant secondaire n'ont éprouvé aucune variation.

24. Lorsqu'on répète une expérience plusieurs fois de suite, les déviations produites par le courant secondaire,

ne diffèrent pas sensiblement, ainsi que je l'ai montré par plusieurs exemples. Mais si l'on répète l'expérience après un certain laps de temps, l'on obtient souvent des déviations variables, sans qu'on puisse en comprendre immédiatement la cause. La soupape éprouve par l'usage une altération visible ; il se forme au centre du disque de laiton une tache brune, qui, sous une pression plus forte, se change en une figure annulaire bleue bordée de rouge. Cette cause d'un changement de déviation est facile à écarter ; mais il n'en est pas de même de la suivante. La surface du fil de platine de l'obturateur devient à la longue mate et rugueuse et rend les déviations très-incertaines. J'ai bien réussi pendant un certain temps à remettre la surface en bon état au moyen du brunissoir, mais j'ai été finalement obligé de renouveler les fils de platine des deux soupapes que j'ai utilisées.

Quelques soins qu'on apporte à la disposition de la soupape, on est toujours bien moins sûr d'obtenir une déviation par le courant secondaire que par le courant principal ; mais à cet égard, il y a des différences suivant les expériences. Quand le courant secondaire est plus dense, l'état de la soupape a moins d'influence sur les indications du galvanomètre, et j'ai fait observer précédemment que les déviations produites par le courant secondaire le plus dense, celui qui suit la direction du courant principal, sont plus constantes que les autres. Dans ce mémoire je rendrai compte principalement des expériences que j'ai faites sur ce courant, en négligeant le changement de déviation qui doit être attribué à la soupape.

25. La déviation magnétique éprouve des changements essentiels, quand le courant secondaire qui la pro-

duit en éprouve lui-même, soit indirectement par la disposition du circuit où il se propage, soit directement par une modification dans le courant principal qui l'engendre. Nous devons commencer par indiquer ces changements. Les valeurs qui les représentent ne peuvent pas être obtenues avec assez de constance, pour en déduire la loi qui les relie et qui d'ailleurs serait d'un médiocre intérêt puisqu'elle ne s'appliquerait qu'à la soupape employée. Mais il est important de constater qu'il se produit un changement, parce que l'on obtient ainsi un moyen de distinguer complétement les déviations qui résultent du courant principal, de celles qui résultent du courant secondaire : un petit nombre d'essais suffisent pour reconnaître auquel des deux courants une déviation obtenue doit être attribuée, comme nous allons le voir. Je passerai ensuite aux expériences sur l'extra-courant dans le circuit principal, et enfin à la description d'un mode particulier d'excitation de courants d'un ordre supérieur, mode qui établit une différence entre ces courants et le courant secondaire.

Déviation par le courant secondaire lors d'une altération du courant principal.

26. Le courant de décharge de la batterie est altéré lorsqu'on modifie la quantité ou la densité de l'électricité accumulée dans la batterie, ou bien lorsqu'on change les dimensions ou la nature de l'arc de fermeture. Ces changements, que la quantité de chaleur dégagée mettent en évidence, sont soumis à des lois qui ont été nettement formulées. Il n'en est plus de même quand on étudie le courant par la déviation magnétique qu'il produit. Cette

dernière ne dépend que de la quantité d'électricité, et lui est proportionnelle. Si la quantité d'électricité est constante, la déviation l'est également, quel que soit le nombre de bouteilles dont la batterie est composée, quel que soit l'arc de fermeture qui peut être formé d'un métal ou d'un autre, qui peut avoir des dimensions quelconques, être interrompu par de l'air ou par des liquides, roulé en spirale ou autrement. Aux preuves déjà connues de ce principe, j'en ajouterai une nouvelle. On a disposé dans le circuit de la batterie une soupape électrique, à 1 ligne de pression; ce circuit était aussi court et aussi bon conducteur que possible et n'était formé que de parties rectilignes, à l'exception de la bobine du galvanomètre de 30 pieds de longueur indispensable pour l'expérience. L'on a employé la quantité d'électricité 10. Une division de l'échelle correspondait à un arc de 1',14.

Déviation par le courant principal de la batterie.

Conducteur intercalé dans le circuit	Nombre de bouteilles	Déviation du galvanomètre div.
Rien	2	11,5
»	3	11,6
»	7	11,0
Fil de platine 101''',7 de long et 0''',0554 de diamètre	3	11,4
Colonne d'eau distillée de $14^1/_3''$ de long et $1^1/_3'''$ de diamètre....	3	11,2

La déviation magnétique par le courant de décharge de la batterie se maintient à peu près sans changement, lors même qu'on interrompt le circuit par la soupape électrique, quel que soit le nombre de bouteilles dans lesquelles la quantité constante d'électricité est accumulée et quelle que soit la conductibilité du circuit.

Tout changement dans le courant principal entraîne dans le courant secondaire un changement correspondant qui, lorsque le circuit secondaire est tout métallique, se manifeste par l'échauffement. Quand le circuit secondaire est métallique, la déviation magnétique par le courant secondaire ne se produit point; pour l'étudier il faut intercaler une soupape dans le circuit, afin de ne mettre en circulation qu'une seule des deux parties du courant secondaire.

27. On a formé l''arc de fermeture de la batterie de fils d'un métal bon conducteur, entre lesquels était placée une spirale plate de $5^3/_4$ pouces de diamètre, faite d'un fil de cuivre de 13 pieds de long et 0,55 ligne d'épaisseur. La spirale secondaire, semblable à la première, se trouvait à 1 ligne de celle-ci et au-dessus d'elle; ses extrémités étaient reliées à la bobine du galvanomètre à miroir par des fils disposés de façon à pouvoir introduire dans le circuit une soupape électrique placée sur la pompe pneumatique. La fermeture de la spirale secondaire s'effectuait ainsi par un fil de cuivre de 79 pieds de longueur et $\frac{17}{24}$ de ligne d'épaisseur (dont 30 pieds provenaient de la bobine du galvanomètre), par $8^1/_4$ pieds d'un fil de cuivre de $\frac{10}{24}$ de ligne d'épaisseur et par un intervalle d'air de 1 ligne dans la soupape, cet air étant raréfié à une pression de 1 ligne de mercure.

Pour changer seulement la quantité d'électricité du courant principal, il fallait employer un nombre différent de bouteilles. Les expériences qui suivent ainsi que toutes celles dans lesquelles on a supprimé le signe positif de la déviation du galvanomètre, se rapportent au courant secondaire qui a la même direction que le courant

principal. Le galvanomètre était plus sensible que celui qui avait servi aux expériences rapportées dans mon premier mémoire ; la quantité d'électricité se mesurait comme précédemment à l'aide de la bouteille électrométrique dont les boules étaient à une distance de $^1/_2$ ligne.

La quantité d'électricité

3	dans	2	bouteilles	donna une	déviation de	13	divisions.
6	»	4	»	»		25	»
9	»	6	»	»		37	»

Les déviations sont aussi exactement proportionnelles qu'on pouvait l'attendre, à la quantité d'électricité dans la batterie et par conséquent à la quantité d'électricité mise en mouvement dans le courant secondaire.

28. Quand rien n'est changé dans la batterie, la densité de l'électricité augmente avec la quantité ; mais la déviation magnétique produite par le courant principal reste proportionnelle à la quantité d'électricité accumulée. Il n'en est pas de même avec le courant secondaire. En employant trois bouteilles, on a obtenu avec une charge croissante les déviations suivantes :

Quantité d'électricité	q	2	4	6	8	10
Déviation	e	6	16	32	49	62
	$\frac{e}{q}$	3	4	5,3	6,1	6,2

Les déviations augmentent plus rapidement que la quantité d'électricité employée pour la charge de la batterie, et, par conséquent, plus rapidement aussi que la quantité d'électricité qui est en mouvement dans le courant secondaire ; d'où il résulte que la quantité d'électricité étant constante, les déviations augmentent avec la densité, comme on peut facilement le prouver directement.

La pression de l'air dans la soupape étant de 2 lignes, la quantité d'électricité 10 a donné par la décharge de

7	bouteilles	une déviation	de 33	divisions.
5	»	»	48	»
3	»	»	58	»

Il va sans dire que ces déviations ne se rapportent qu'à la soupape employée et à l'état dans lequel elle se trouvait. En tous cas on peut donner à l'électricité de la batterie une densité telle que le courant secondaire ne traverse pas la soupape et ne produise ni lumière ni déviation magnétique ; avec une densité un peu supérieure, la partie du courant qui traverse la soupape est très-variable et l'amplitude de la déviation incertaine.

D'après le rapport qui a été constaté entre la déviation et la densité de l'électricité dans la batterie, on peut conclure que la rapidité avec laquelle le courant secondaire arrive à la soupape ne doit pas tomber au-dessous d'une certaine limite, à partir de laquelle il retourne dans la direction même dans laquelle il a été produit. Plus la rapidité dépasse cette limite, plus est grande la proportion de l'électricité produite qui traverse la soupape et par conséquent le galvanomètre. Il en résulte que toutes les dispositions qui apportent un changement à la rapidité du courant principal, et par cela même au courant secondaire, modifient les déviations dans le même sens.

29. La manière la plus connue et la plus fréquemment employée pour changer la rapidité du courant de décharge, consiste à changer la fermeture de la batterie. Dans l'arc de fermeture dont il a été question jusqu'à

présent, et qui était bon conducteur, on a introduit différentes longueurs d'un fil de platine mince ; la batterie se composait de trois bouteilles, la quantité d'électricité employée pour la charge était 10 et l'on observait la déviation produite par le courant secondaire ; la pression de l'air dans la soupape était de 2 lignes.

Longueur du fil de platine de 0,0554 lig. du diamètre intercalé dans le courant principal.	Déviation du galvanomètre par le courant secondaire.
0 pieds.	56 divisions.
0,48 »	27,5 »
1,95 »	14 »
9,78 »	9 »
19,55 »	4,7 »
39,1 »	0 »

On reconnaît ici la grande influence qu'exerce le degré de conductibilité de la fermeture principale sur la déviation produite par le courant secondaire. Il va sans dire que ce courant traversait en outre une soupape, aussi ne le mentionnerai-je plus dorénavant. Quelle que soit l'intensité de la charge, on pourra toujours trouver une longueur d'un fil quelconque, dont l'insertion dans l'arc principal empêche d'obtenir une déviation par le courant secondaire. Aussi, pour obtenir les plus grandes déviations possibles par le courant secondaire, a-t-on composé l'arc principal de parties douées d'une grande conductibilité. Au contraire, les déviations dues au courant principal, lors même que celui-ci traverse une soupape, ne sont pas influencées par la composition de l'arc de fermeture (26).

30. Parmi les différentes dispositions destinées à changer le courant primaire, je n'en citerai qu'une seule qu'il est facile d'effectuer. Si, dans le circuit principal,

il se trouve une spirale plate, l'échauffement produit dans le circuit par la décharge de la batterie pourra être considérablement diminué si l'on approche de la spirale une feuille d'argent faux (voy. mon *Traité d'électricité*, § 842). On en conclut qu'il se produit ainsi une diminution dans la rapidité du courant.

On a formé sur un rouleau de carton une spirale cylindrique de 16 $^3/_4$ tours, faite avec un fil de cuivre recouvert de gutta-percha, de 13 pieds de long et $^{17}/_{24}$ de ligne d'épaisseur, et l'on a placé au-dessus une spirale semblable de 14 $^1/_6$ pieds de longueur. La spirale inférieure a été intercalée dans le circuit principal de la batterie, la supérieure dans le circuit secondaire qui contenait encore la soupape et la bobine du galvanomètre. Dans le circuit principal, on avait inséré en outre l'une des deux spirales plates de 13 pieds, utilisées précédemment, qu'on pouvait alternativement laisser libres ou recouvrir d'une feuille de papier d'argent faux placée entre deux lames de verre. Après avoir chargé 3 bouteilles d'une quantité d'électricité =10, j'ai obtenu par le courant secondaire :

	Déviations magnétiques.			
Avec la spirale libre......	80	78	77	divisions.
» » couverte...	34	39	43	»

Ce résultat prouve que le ralentissement du courant principal est accompagné d'une grande diminution de l'amplitude de la déviation due au courant secondaire. Les grandes différences que présentent les déviations, quand on fait usage de la spirale couverte, s'expliquent par l'état du papier d'argent qui change à chaque expérience; la lame métallique brûle en plusieurs points,

comme on peut s'en assurer par la lueur qu'elle dégage pendant la décharge, ou en l'examinant après l'expérience.

31. Dans ces expériences, la soupape était disposée de telle façon que la portion du courant secondaire, qui suit la même direction que le courant principal, rencontrât le disque de la soupape et que les déviations s'effectuassent dans le sens de ce courant. Tous les changements de déviation mentionnés ci-dessus n'étaient pas moins évidents quand, en donnant une position inverse à la soupape, on faisait agir sur le galvanomètre le courant secondaire opposé au courant principal. Le résultat de ces expériences se résume, sans restriction, comme suit : *La déviation magnétique produite par le courant secondaire est proportionnelle à la quantité d'électricité accumulée dans la batterie ; elle varie, et dans le même sens, avec la densité de cette électricité, avec le degré de conductibilité de l'arc principal et avec la rapidité du courant de décharge modifié par d'autres moyens.*

La loi de cette variation change selon la nature de la soupape, toutefois la déviation est d'autant plus grande que l'électricité dans la batterie est plus dense, que la conductibilité du circuit principal est meilleure et en général que la rapidité du courant principal est plus grande.

Déviation par le courant secondaire lorsqu'on modifie le circuit secondaire lui-même.

32. Les changements du courant secondaire, que l'on peut reconnaître par l'effet calorifique, ont été opérés soit en allongeant le circuit secondaire à l'aide de fils de platine (*Traité d'électricité*, § 842), soit en donnant à la

partie non excitée du circuit des formes différentes que j'ai désignées par formes en N et en U (*ibid.*, § 886).

Le courant secondaire a été excité de la même manière que précédemment (27) dans une spirale plate, dont les bouts étaient en communication avec la soupape et avec le galvanomètre. On a introduit dans ce circuit deux fils de cuivre de $^1/_2$ ligne d'épaisseur, longs ensemble de 6 $^1/_4$ pieds, dont les extrémités étaient reliées par un fil de platine d'une longueur variable. Trois bouteilles étaient chargées d'une quantité d'électricité = 10 ; la pression de l'air dans la soupape était de 2 lignes.

Long. du fil de platine de 0,0554 l. du diam. intercalé dans le circuit secondaire.	Déviations du galvanomètre.
0 pieds.	57 divisions.
1,95 »	42 »
3,91 »	30,5 »
7,82 »	17,5 »
15,64 »	9 »
23,46 »	6 »
39,1 »	3 »

Par l'allongement successif du fil de platine introduit dans le circuit secondaire, la déviation du galvanomètre est tombée de 57 à 3 divisions ; on n'a pas jugé nécessaire de la faire entièrement disparaître, ce qui aurait eu lieu en employant une longueur de fil de platine plus grande que la dernière indiquée.

Nous avons vu plus haut que la rapidité du courant secondaire est diminuée quand ce dernier est excité par un courant principal plus lent ; ici l'on produit immédiatement cette diminution par l'allongement du parcours du courant. L'effet exercé sur la déviation est le même ; plus est petite la vitesse avec laquelle le courant entre

dans la soupape, plus est petite aussi la quantité d'électricité qui la traverse. Il convient de rappeler en passant qu'il y a ici aussi un changement médial de rapidité dans le courant secondaire, puisque l'allongement du circuit secondaire ralentit le courant principal. Cette cause médiate de retard du courant secondaire est toutefois subordonnée à la cause immédiate, puisque le ralentissement du courant principal offre un maximum qui se présente toujours pour une certaine longueur du fil intercalé, tandis que le retard immédiat du courant secondaire augmente continuellement avec la longueur du fil.

33. En employant successivement, pour fermer le circuit secondaire, trois fils semblables, dont l'un en forme d'arc très-ouvert, le second enroulé en spirale et le troisième courbé de manière à former une succession de U dans la même position, j'avais trouvé que l'échauffement produit par le courant est le plus faible avec la forme N (la spirale) et le plus fort avec la forme U. Le premier courant était au second comme 60 est à 114 (*Pogg. Ann.*, t. LXXXIII, 330). Pour écarter toute incertitude dans l'interprétation de ces expériences, je les ai répétées plus tard avec deux longs fils attachés l'un à l'autre, de telle façon que la forme N se trouvait établie par la réunion de deux fils placés en sens opposé, et la forme U par deux fils placés dans le même sens. Dans ce cas, le changement éprouvé par le courant secondaire était beaucoup plus grand, car le courant le plus faible était au plus fort comme 3 est à 16. (*Compt. rend. de l'Acad. de Berlin*, 1862, p. 352.)

Comme le sens du changement des déviations dues au courant secondaire est d'une plus grande importance que sa valeur absolue, je me suis servi, dans les expériences

suivantes, de la première de ces dispositions, qui est plus commode. On a étendu un fil de cuivre de 53 pieds de longueur et $^5/_8$ de ligne d'épaisseur, soutenu par des cordonnets de soie ; un autre fil était enroulé en une spirale plate de près d'un pied de diamètre, et un troisième était recourbé sur une planche de manière à former 25 U de même ouverture (table d'U). Trois bouteilles étaient chargées d'une quantité d'électricité 10 ; la pression de l'air dans la soupape était de 1 $^1/_2$ ligne. On a obtenu avec

la forme	rectiligne	une déviation de	52	divisions.
»	N	»	31	»
»	U	»	57	»

L'augmentation de la déviation par la forme U était peu considérable, cependant elle était toujours sensible. On ne peut pas la rendre très-grande avec la table d'U, parce que les U sont ou bien trop rapprochés, ou bien trop peu nombreux. Pour obtenir une plus grande amplitude, il faudrait faire usage du long fil double mentionné plus haut. Avec la spirale, il n'y a pas de difficulté à obtenir un effet plus grand que celui qui a été consigné. Ainsi dans une expérience j'ai employé un fil de cuivre recouvert de gutta-percha de 30 pieds de long et $^{17}/_{24}$ ligne d'épaisseur, en forme rectiligne et en spirale cylindrique de 40 tours en quatre couches. Voici les déviations obtenues avec 3 bouteilles chargées d'une quantité d'électricité = 10, la pression dans la soupape étant de 1 $^1/_2$ ligne.

Conducteur intercalé dans le courant secondaire.	Déviations du galvanom.
Rien	31 divisions.
30 pieds de fil de cuivre rectiligne	31 »
» » en forme N	16 »

En intercalant dans le courant secondaire une bobine de fil de cuivre recouvert de caoutchouc, de 78 pieds de longueur et $^5/_{12}$ de ligne d'épaisseur, j'ai ramené à 8 divisions une déviation de 60 divisions, ce qu'il faut attribuer presque entièrement à la forme du fil.

34. Les expériences sur l'effet calorifique ont montré que c'est à l'existence d'un courant tertiaire qu'il faut attribuer la différence de rapidité du courant secondaire, résultant d'une forme différente de fermeture, et que la diminution de l'échauffement pouvait être complétement supprimée en approchant un fil fermé près de la forme N servant de fermeture (*Compt. rend. de l'Acad. de Berlin*, 1862, p. 352). Quand on employait des spirales, on ne supprimait pas complétement le changement, mais on l'affaiblissait très-suffisamment. C'est aussi ce qui arrive lorsqu'on étudie le courant secondaire par l'effet magnétique. Sur une hélice (32 tours en une couche) d'un fil de cuivre de 30 pieds de long et $^{17}/_{24}$ de ligne d'épaisseur, on a enroulé 32 pieds du même fil faisant 30 tours. Cette hélice étant insérée dans un circuit secondaire, on a examiné la déviation produite lorsque les deux bouts de ce fil extérieur étaient en communication et lorsqu'ils ne l'étaient pas.

	Sans l'hélice.	L'hélice intercalée.	Le fil extérieur fermé.
Déviation du galvanomètre	63	40	54

Les expériences décrites dans ce paragraphe permettent de conclure que : *la déviation magnétique change dans le même sens que la rapidité du courant secondaire qui la produit, rapidité qui elle-même est déterminée par la disposition de la fermeture du circuit secondaire.*

Déviation par l'extra-courant dans le circuit principal.

35. Le circuit principal de la batterie, aussi court et aussi bon conducteur que possible, a été divisé en deux branches parfaitement égales (21); dans chaque branche se trouvait une bobine de 40 tours en cinq couches superposées, dont le fil de cuivre avait 30 pieds de long et $^{17}/_{24}$ ligne d'épaisseur. Une des bobines était placée immédiatement derrière le miroir magnétique et l'autre à une assez grande distance pour être sans influence sur lui. Chaque branche renfermait aussi une soupape électrique, disposée de manière que le courant de décharge arrivât à la pointe de l'une et au disque de l'autre. Les expériences se faisaient d'abord comme précédemment (21) ; après cela on les répétait en introduisant dans chaque branche, entre la soupape et la bobine, un fil de platine de $4\,^3/_4$ pieds de longueur et 0,042 ligne d'épaisseur. Ces intercalations ne pouvaient pas changer la quantité d'électricité des courants partiels. La charge dans trois bouteilles était $= 6$; la pression de l'air dans la soupape de $1\,^1/_2$ ligne ; la position de la soupape est rapportée au courant principal et est indiquée pour la branche qui dévie le miroir ; dans la branche la plus éloignée, elle est en sens inverse. Voici les déviations moyennes de trois observations.

	Fermeture métallique.	Position de la soupape de pointe.	de plat.	
Sans intercalation.......	+4,1	—81	+89	div.
Fil platine d. chaq. branche	+4,1	— 2,7	+ 9,5	»

Ces expériences ont ceci de remarquable qu'elles montrent, à l'aide d'un seul appareil, ce qui en exigeait plu-

sieurs auparavant. Lintercalation d'un fil de platine dans le circuit ne modifie pas la déviation magnétique produite par le courant primaire, comme nous l'avons vu (26), tandis qu'elle diminue considérablement la déviation provenant de l'extra-courant. La diminution de la déviation par l'extra-courant dans ce cas, a une double cause, savoir : la moins bonne conductibilité qui en résulte, soit pour le courant principal existant (29), soit pour l'extra-courant (32).

36. Toutes les expériences que l'on peut faire sur le courant secondaire développé dans un fil voisin du circuit principal, doivent pouvoir être répétées sur l'extra-courant dans le fil principal. Cela va de soi, et les expériences qui suivent ne peuvent guère nous apprendre quelque chose de nouveau sur le courant secondaire; mais elles pourront servir de corollaire à d'autres expériences plus simples.

Pour ne pas altérer la manière dont le courant se partage en intercalant un conducteur dans les branches, on a choisi la disposition de la précédente expérience avec deux branches égales et deux soupapes. La disposition la plus commode dans laquelle il n'entre qu'une seule soupape (22) donne un résultat moins simple, mais tout aussi décisif. Une bobine de 30 pieds de fil de cuivre disposé en quatre couches formait l'une des branches du circuit, comme dans les expériences du § 22, tandis que l'autre branche était composée des fils conducteurs reliant le multiplicateur du galvanomètre, de ce multiplicateur même et de la soupape électrique. Après avoir observé la déviation quand la fermeture était entièrement métallique, et pour différentes positions de la soupape, on a introduit, à côté de la bobine de fil de cuivre, un fil

de platine de 4 $^3/_4$ pieds de long et 0,042 lignes d'épaisseur, de sorte que la branche courte se composait de la bobine et de ce fil, tandis que rien n'était changé à la longue branche. La pression de l'air dans la soupape était de 1 ligne ; la charge de l'électricité = 6 dans trois bouteilles. Les résultats indiqués ci-dessous représentent la moyenne de trois expériences.

	Fermeture métallique.	Position de la soupape de pointe.	de plat.
Dans la branche courte :			
Sans intercalation	+ 1,7	— 141	+ 131
Avec le fil de platine	+ 6,9	— 5,7	+ 13,5

L'insertion du fil de platine, comme il est facile de s'en rendre compte, produisait une grande augmentation dans la déviation par le courant principal, et une grande diminution dans celle due à l'extra-courant. Le partage du courant principal entre les deux branches présente une grande différence dans ces deux expériences : avant l'intercalation du fil de platine la portion du courant principal qui passait par la bobine du galvanomètre était très-petite ; après, au contraire, la plus grande partie de ce courant prenait cette voie. L'extra-courant était d'abord excité principalement dans la bobine éloignée du galvanomètre, et ensuite dans celle du galvanomètre même. Les deux bobines étaient parfaitement égales. La diminution de la déviation produite par le fil de platine est très-frappante. Dans les expériences du § 35 on avait introduit un fil de platine semblable dans les deux branches ; il agissait donc aussi bien sur le courant principal excitant que sur l'extra-courant excité ; ici, au contraire, le fil de platine diminue seulement la conductibilité du circuit que

parcourt l'extra-courant. Cependant dans ces dernières expériences, la diminution de la déviation produite par l'intercalation a été tout aussi grande que dans les expériences précédentes. Il suit de là que l'extra-courant excité dans une branche ralentit le courant principal dans la même branche, ce que j'avais déjà montré auparavant dans mes recherches sur l'effet calorifique du courant (*Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, 1859, p. 5).

37. Dans l'expérience que nous venons de décrire la plus grande partie de l'extra-courant a été excitée d'abord dans une des bobines, puis dans l'autre ; on peut la maintenir toujours dans la même bobine en faisant l'intercalation dans la grande branche. De cette manière il est possible de faire avec le même appareil l'expérience simple sur l'extra-courant, à laquelle celle avec la branche sert de corollaire.

La bobine intérieure de la double bobine composée de deux fils, l'un de 30 et l'autre de 32 pieds (34) a été introduite dans le circuit de la batterie et ses extrémités mises en communication avec la soupape et avec le galvanomètre à l'aide de fils de cuivre (ensemble $79\,^1/_4$ pieds de $^{17}/_{24}$ et $8\,^1/_4$ pieds de $^{10}/_{24}$ lignes d'épaisseur). Après avoir déterminé la déviation produite par le circuit tout métallique et pour les deux positions de la soupape, on a ajouté au bout antérieur de la bobine un fil de platine ($4\,^3/_4$ pieds de long et 0,042 lignes d'épaisseur) puis on a répété l'expérience. Ensuite on a mis les bouts des fils qui reliaient la bobine intérieure au galvanomètre en communication avec la bobine extérieure, et l'on a déterminé ainsi la déviation produite par un courant secondaire circulant dans un circuit secondaire. Quand le circuit est tout métallique il n'y a pas de déviation.

Les résultats consignés ci-dessous sont les moyennes de deux observations, avec une charge d'électricité 6 dans trois bouteilles, et une pression de 1 ligne dans la soupape.

Extra-courant du circuit principal.

	Circuit métallique.	Position de la soupape de pointe.	de plat.
Sans intercalation	+ 2,3	— 100,5	+ 91,5 div.
Avec le fil de platine	6	— 11,5	+ 10,5

Courant secondaire du circuit secondaire.

Sans intercalation		— 88	+ 77,5
Avec le fil de platine		— 12,5	+ 9,5

Pour expliquer les exceptions à la loi du partage du courant dans un circuit bifurqué, j'ai admis en 1844 l'existence d'un extra-courant dans les deux branches, en me fondant pour cela sur des expériences antérieures. Depuis lors je crois avoir constaté d'une manière satisfaisante l'existence de cet extra-courant par beaucoup d'expériences dont quelques-unes ont été assez laborieuses. Toutefois, la double expérience dont je viens de rendre compte n'est pas sans intérêt, parce qu'étant simple et facile à faire, elle lève tous les doutes qui auraient pu subsister encore sur l'existence de ce courant.

38. On affaiblit un courant secondaire quand on dispose un circuit fermé parallèle à la partie excitée du conducteur.

Autour d'un cylindre de bois de 6 $^1/_2$ pouces de diamètre, on a enroulé trois fils de cuivre ayant chacun de 53 pieds de longueur et $^7/_{12}$ ligne d'épaisseur, de manière à former trois spirales séparées l'une de l'autre par un intervalle d'une ligne (*Traité d'électricité*, § 865). La

première spirale a été introduite dans le circuit de la batterie, en reliant ses extrémités avec les fils aboutissants au galvanomètre et à la soupape. Les bouts de la seconde et de la troisième spirale étaient restés libres dans l'expérience dont le résultat est indiqué dans la première ligne du tableau suivant. La seconde ligne donne les déviations obtenues en reliant les bouts de la seconde spirale par un fil de cuivre de quelques pouces de longueur. Pour répéter l'expérience sur le courant secondaire séparé du courant principal, les fils conducteurs ont été fixés aux extrémités de la seconde spirale, tandis que ceux de la troisième spirale restaient libres d'abord, et étaient ensuite réunis par le fil de cuivre court. La quantité d'électricité dans trois bouteilles = 6 ; la pression dans la soupape est de 1 ligne. La position de la soupape se rapporte dans les deux cas au courant secondaire qui suit la même direction que le courant principal.

Extra-courant du circuit principal.

Fil accessoire.	Circuit métallique.	Position de la soupape de pointe.	de plat.
Libre	+ 3,3	— 118	+ 128
Fermé	+ 3,4	— 29	+ 21

Courant secondaire du circuit secondaire.

Libre		— 108	+ 110
Fermé		— 2	+ 3

Le fil accessoire fermé diminue considérablement les déviations dues soit à l'extra-courant, soit au courant induit du circuit secondaire. Il n'y a rien de surprenant à ce que la diminution dans le second cas soit beaucoup plus

forte que dans le premier : dans tous les deux le fil accessoire était placé à la même distance du fil excité ; mais dans le premier cas l'excitation s'effectuait dans le fil du circuit principal même, tandis que dans le second elle s'effectuait dans un fil éloigné de ce circuit.

39. Un courant secondaire excité dans une spirale cylindrique est affaibli, et la déviation qu'il produit diminue, quand on introduit un tube métallique dans le centre de la spirale. Cette diminution devait se produire dans toutes les expériences sur l'extra-courant dans le circuit principal, car l'enveloppe de cuivre qui renferme le miroir magnétique, pénètre dans la bobine du galvanomètre, et l'affaiblissement devait être le plus grand lorsque le courant secondaire était excité entièrement (22) dans la bobine, ou pour la plus grande partie (36). L'enveloppe de cuivre a un diamètre de 22 lignes sur 13 lignes de longueur ; elle pénètre de $4\,^1/_2$ lignes dans la bobine, dont l'axe a 17 lignes. L'intervalle entre l'enveloppe et la couche inférieure du fil ne peut pas être déterminé exactement, mais il est à peu près de $2\,^1/_2$ lignes. J'ai refait l'expérience qui a été décrite dans les §§ 22 et 36, qui consistait à introduire dans le circuit une bobine semblable à celle du galvanomètre, dans laquelle on excitait la plus grande partie du courant secondaire. Un cylindre de cuivre massif, offrant les mêmes dimensions que l'enveloppe de cuivre du galvanomètre, était placé dans la bobine du circuit de manière à occuper $4\,^1/_4$ lignes de l'axe de la bobine. La déviation magnétique due au courant secondaire dirigé dans le même sens que le courant principal, était alors affaiblie dans le rapport de 100 à 89, et celle du courant inverse dans le rapport de 100 à 88.

40. La *forme* du circuit exerce une influence prépondérante sur l'extra-courant. Le courant acquiert la plus grande intensité quand on emploie la forme N, l'intensité est moindre avec la forme rectiligne, et la plus petite avec la forme U du circuit. La déviation magnétique le prouve très-nettement.

Un fil de cuivre de 53 pieds de long et $^5/_8$ ligne d'épaisseur, supporté par des cordonnets de soie, a été introduit dans le court circuit de la batterie, en reliant ses extrémités, comme il a été dit, avec le galvanomètre et avec la soupape. Ce fil a été ensuite remplacé par un autre fil semblable, mais enroulé en spirale plate ; puis par un troisième fil pareil, mais courbé de manière à former 25 U dans la même position (33). La quantité d'électricité dans trois bouteilles était = 6 ; la pression dans la soupape 1 ligne (la position de cette dernière se rapporte au courant principal). Voici les déviations moyennes de deux expériences :

Extra-courant dans le circuit principal.

Forme du circuit.	Circuit métallique.	Position de la soupape	
		de pointe.	de plat.
Rectiligne	+ 3,0	— 66	+ 63
Spirale plate	+ 3,0	— 166	+ 111
25 U	+ 3,2	— 10,0	+ 11,3

Les déviations si différentes que l'on a obtenues pour la même position de la soupape, sont dues à l'extra-courant engendré dans les deux branches du fil principal, et qui provient d'une quantité différente d'électricité selon la forme donnée à l'une des branches, l'autre restant sans changement. Les déviations sont les plus grandes avec la forme N et les plus petites avec la forme U. Ces der-

nières sont plus incertaines que les premières, mais elles sont toujours remarquablement petites. L'extra-courant dans le fil en U ne pouvait être que très-faible, car en excitant un courant induit dans un fil secondaire en U de 53 pieds de longueur, placé à 1 ligne de distance, je n'ai point observé de déviation avec la position de plat de la soupape (eu égard au courant principal), et avec la position de pointe la déviation n'atteignait pas une division entière. Mais on pouvait s'attendre à une déviation par le courant induit excité dans la bobine du galvanomètre plus considérable que celle qui a été observée, malgré le long circuit qu'il avait à parcourir. Quant au partage du courant principal entre les deux branches, le changement de forme d'une des deux branches n'exerce aucune influence, ainsi que le montrent les déviations produites avec le circuit tout métallique.

Déviation par des courants d'un ordre supérieur.

41. Les courants d'un ordre supérieur au deuxième, sont engendrés par des courants d'induction, de telle façon que ce n'est pas seulement le courant excité, mais aussi le courant excitant qui est composé d'un nombre pair de courants électriques dirigés alternativement en sens opposé. Une soupape électrique normale ne laisse passer que les courants qui suivent l'une des deux direction, déterminée par la position de la soupape. J'appelle soupape normale une soupape dont l'air est suffisamment raréfié, ce qui peut encore souvent avoir lieu sous la pression de quelques pouces, et toujours à la pression de deux lignes de mercure. Si l'on modifie la disposition normale de la soupape, en introduisant

plus ou moins d'air, on a un moyen de distinguer un courant dérivé d'un ordre quelconque de celui qui le précède ou qui le suit. Avec une augmentation d'air dans la soupape, les déviations du galvanomètre diminuent dans les deux sens ; mais lentement d'un côté, et rapidement du côté opposé jusqu'à revenir finalement dans le premier sens. A partir d'une certaine pression de l'air, la position de la soupape perd de son importance pour tous les courants induits, et son effet se borne à faire produire au courant une déviation magnétique dans un sens déterminé, qu'on pourrait appeler la *déviation prépondérante* du courant. J'ai déjà fait observer (17) que cette déviation prépondérante peut être déterminée plus sûrement par la diminution de la déviation résultant d'une augmentation de pression dans la soupape, que par la direction sous une pression élevée. La déviation prépondérante de courants dérivés d'ordre pair correspond à un courant du même sens que le courant principal, et celle de courants dérivés d'ordre impair correspond à un courant dans le sens opposé (17); on peut donc ainsi distinguer, par exemple, le courant tertiaire du courant secondaire et quaternaire. J'ai voulu m'assurer si cette différence disparaissait lorsqu'en excitant le courant tertiaire on faisait passer le courant secondaire par une soupape normale.

42. Le courant secondaire a été excité à l'aide de la spirale plate courte ; la spirale accessoire a été réunie par les bouts opposés à une longue spirale plate, et l'on a intercalé dans le circuit une soupape normale, disposée de manière à pouvoir donner au courant secondaire une direction égale ou opposée à celle du courant principal. Dans le circuit de la spirale tertiaire se trouvaient la

bobine du galvanomètre et une soupape dans laquelle on pouvait changer la pression de l'air. La position de cette soupape se rapporte au courant tertiaire dirigé dans le même sens que le courant principal et, par conséquent (13) à l'extrémité extérieure de la dernière spirale. Quantité d'électricité dans trois bouteilles = 10.

	Le courant secondaire suivant : le même sens que le courant principal.		Le courant secondaire suivant : le sens opposé au courant principal.	
Pression dans	Posit. de la soupape		Position de la soupape	
la soupape	de pointe	de plat	de pointe	de plat
1 $^3/_4$ lignes	—42	+55	—49,5	+30
1 pouce	—34	+10	—11	+30
2 »	—33	— 9	+ 6,5	+31
4 »	—33	—18	+10	+29
8 «	—30	—23	+12	—22

La première série d'expériences montre que la déviation change très-lentement par une augmentation de pression de l'air avec la position de pointe et très-rapidement avec la position de plat ; le courant secondaire qui suit la direction du courant principal, produit un courant tertiaire dont la déviation prépondérante, contre toute attente, est opposée au courant principal. La seconde série s'accorde parfaitement avec ce résultat, car le courant secondaire est en sens inverse et la déviation prépondérante du courant tertiaire est, comme plus haut, dans le sens opposé au courant qui lui donne naissance. La différence entre le courant secondaire et le courant tertiaire reste donc constante, quand même ce dernier serait produit par un courant secondaire dans une direction unique.

Le courant de quatrième ordre a été produit à peu près comme il a été dit dans le § 15, mais l'on a intercalé dans le circuit tertiaire une soupape normale, disposée de manière à ce que le courant tertiaire fût dans le même sens que le courant principal. Quand on examinait le courant de cinquième ordre, on plaçait dans la même position une soupape dans le courant de quatrième ordre, comme dans le § 16. Dans le tableau qui suit on peut comparer les déviations obtenues avec une pression de plus en plus élevée dans la soupape, par trois courants d'ordre supérieur, dont chacun est engendré directement par un courant dirigé dans le même sens que le courant principal. Pour les deux premiers courants trois bouteilles avaient une charge = 10, pour le troisième = 15.

Pression de la soupape	Court de 3e ordre. Position de pointe	Position de plat	Court de 4e ordre. Position de pointe	Position de plat	Court de 5e ordre. Position de pointe	Position de plat
1 3/4 lignes	—42	+55	—24	+30	—24	+35
1 pouce	—34	+10	—22	+ 3	—28	+ 7
2 »	—33	— 9	—20	0	—25	— 2
4 »	—33	—18	—19	— 4	—26	—11
8 »	—39	—23	—11	— 5	—27	—19

Ces différents courants se comportent tous de la même manière ; à mesure que la pression de l'air augmente dans la soupape, le changement des déviations magnétiques est lent avec la position de pointe de la soupape et rapide avec la position de plat. Je n'attache pas d'importance à ce que le sens de la déviation change avec la position de plat et la faible pression d'un peu plus d'un pouce de mercure, car cela n'a pas eu lieu plus tard dans mes recherches sur le courant de sixième ordre, dans lesquelles on n'a pas employé les spirales de 13 pieds de

long, bien que la diminution des déviations se montrât dans le même sens qu'ici. Ces expériences prouvent que *quand un courant d'un ordre supérieur est excité par un courant ayant une direction unique, la direction de la déviation prépondérante qu'il produit est opposé à celle du courant excitant.*

44. L'excitation artificielle de courants d'ordre supérieur, que nous avons décrite, supprime la différence qui existe entre des courants d'ordre pair et d'ordre impair, ce qui est peu surprenant, puisque par cela même tous les courants d'ordre supérieur acquièrent le caractère d'ordre impair. Ils se comportent tous comme le courant tertiaire engendré par une excitation non dérangée (14). Comme lors de l'excitation artificielle, la soupape communique une direction déterminée au courant excitant, et le rend ainsi semblable au courant primaire, on pouvait s'attendre à voir reparaître les caractères du courant secondaire. La déviation prépondéraute du courant secondaire s'effectue dans la direction du courant excitant (courant principal), soit que le courant principal ait traversé une soupape, soit qu'il n'y ait pas passé. Il résulte de tout cela que la déviation prépondérante du courant secondaire correspond à la direction du courant qui l'excite, tandis qu'elle est opposée à cette direction pour tous les courants d'un ordre supérieur. Pour ces derniers on peut à volonté déterminer la direction du courant excitant au moyen de la position de la soupape. Quand cela n'a pas lieu, chaque courant agit comme excitant dans la direction de la déviation prépondérante, ce qui donne lieu au changement des caractères des courants qui se succèdent.

On peut provisoirement admettre que la cause médiate

de cette différence remarquable réside dans cette circonstance que, dans le cas du courant secondaire, le courant excitant ne revient pas sur lui-même, comme cela a lieu pour tous les autres courants dérivés ; cette supposition toutefois mérite d'être justifiée par l'expérience.

Je m'arrête ici, puisque le but de ces recherches était simplement d'indiquer les faits qui permettent de reconnaître les courants dérivés de la batterie de Leyde et que l'on peut reproduire sans grande perte de temps dans tout cabinet de physique bien monté.

SUR LA
STRUCTURE EN ÉVENTAIL DU MONT-BLANC

PAR

M. ALPH. FAVRE.

(Extrait d'un travail présenté à la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Genève en août 1865.)

La structure en éventail est un arrangement particulier de la stratification qui se retrouve dans la plupart des massifs alpins formés de roches cristallines. Dans ces grandes masses, les couches placées sur le flanc de la montagne plongent contre son intérieur de manière à ce qu'elles paraissent s'enfoncer sous elle ; c'est là le caractère principal de cette structure. Quant aux roches qui occupent le centre de la partie culminante du massif, on a souvent discuté sur leur stratification, qui est en générale assez confuse ; mais au Mont-Blanc les roches présentent une série de joints qui deviennent de plus en plus verticaux à mesure qu'ils se rapprochent du centre de la chaîne. Cette observation se fait lorsqu'on va du col du Géant au col placé entre le Mont-Blanc de Tacul et l'Aiguille du Midi.

Déjà un grand nombre de géologues se sont occupés de ce sujet, de Saussure, Dolomieu, Bergmann, Bertrand, Gimbernat, Marzari-Pencati, Escher, de Buch, Studer,

Necker, Forbes, Elie de Beaumont, Rogers, Sismonda, Lory, etc. Ramont avait reconnu cette même structure dans les Pyrénées et M. de Hauer l'a décrite dans les Alpes du Tyrol.

Tous ces savants ont contribué à établir le grand fait de cette structure avec quelques variations de détails. Ils ont différé surtout dans la manière de l'expliquer. Moi-même j'en ai dit quelques mots. — Toutes les explications me paraissent inadmissibles, sauf celle proposée par M. Lory. Ce savant représente la structure en éventail comme étant le reste d'une grande voûte, formée par les roches de protogine sous l'influence d'un refoulement latéral. — Mais pour adhérer à cette hypothèse, il faut admettre la stratification de la protogine. Pour ma part, j'adopte d'autant plus volontiers cette manière de voir, sur laquelle il y a eu tant d'opposition, que les plus habiles observateurs, tels que de Saussure et Dolomieu, ont soutenu cette thèse.

Il est encore une considération importante qui doit faire admettre cette opinion. Elle est déduite de l'examen de certaines montagnes de sédiments composés de terrains jurassiques et crétacés qui présentent la structure en éventail. Cet arrangement des couches se voit au passage de la Faucille dans le Jura près de Gex, dans la montagne de Cluses (vallée de l'Arve), etc. Par conséquent, cette structure n'est point l'apanage des montagnes formées de roches cristallines, mais on peut affirmer qu'elle se rencontre dans les montagnes stratifiées.

L'examen de l'inclinaison des flancs du Mont-Blanc nous démontre que les roches de protogine sont sorties de terre douées d'une très-grande solidité. Cette inclinaison prise sur les deux versants de la montagne à Chamounix,

d'un côté, et à l'Allée-Blanche, de l'autre, est de 30 à 33°. Il est évident que si la protogine qui forme cette énorme montagne était arrivée à la surface de la terre dans un état de ramollissement plus ou moins grand, elle aurait coulé et la montagne se serait affaissée. Il faut donc que pendant l'exhaussement du sol, la rigidité de la roche ait été presque complète, c'est-à-dire semblable à celle des couches calcaires au moment où ces dernières ont pris les formes que nous leur voyons. Cette solidité de la protogine s'accorde fort bien avec l'idée de la stratification, tandis qu'elle est en opposition avec celle de l'origine ignée de cette même roche.

La protogine doit, par conséquent, être regardée comme une roche stratifiée, ce qui signifie qu'elle a été formée en couches dans les eaux de la mer.

Il faut évidemment écarter l'idée d'un dépôt de sédiment ordinaire, modifié postérieurement par la force inconnue nommée métamorphisme, parce qu'il est fort probable que cette action agissant sur un dépôt sédimentaire ne pourraitt en modifier la nature pour le changer en protogine, sans effacer la stratification. Or la division en couches existe encore maintenant.

Je serai donc porté à croire que les sédiments se sont formés à l'état de protogine dans des eaux qui présentaient des conditions très-différentes des eaux des mers actuelles. Elles devaient être dans un état quelque peu semblable à l'eau renfermée dans les tubes de verre, chauffée et comprimée, avec laquelle on a obtenu dans ces dernières années un si grand nombre de minéraux artificiels. Il y a longtemps qu'on a parlé de mers dont l'eau était à une température rouge, et cette hypothèse, à mesure qu'on avance, semble prendre plus de consis-

tance. Ce serait ici le lieu d'invoquer les recherches relatives à la formation de certains minéraux, mais je me bornerai à rappeler les réflexions de M. Rose au sujet du quartz. Il a montré que ce minéral s'est formé par voie humide, et d'autres savants ont fait des observations qui ne laissent aucun doute sur ce mode de formation. Par conséquent, il est démontré maintenant que l'un des éléments les plus répandus des roches granitiques et de la protogine, le quartz, n'a pu être formé que sous l'influence de l'eau. C'est un point très-important.

On arrive à une conclusion exactement semblable pour le feldspath, si l'on considère quelques-uns de ses gisements. Il est évident que les cristaux parfaits de cette substance disséminés en grande abondance dans les calcaires plus ou moins magnésiens des Alpes, n'ont pu être formés par voie sèche.

Quant au talc, il entre comme partie constituante dans la protogine et dans le cortége des roches qui l'accompagnent. Ne peut-on pas soutenir maintenant que les matières talqueuses qui font partie de ces masses minérales ont une origine aqueuse, ou du moins qu'elles ont dû leur origine à des réactions dans lesquelles l'eau n'a pas été étrangère? Les observations faites récemment sur l'*Eozoon canadense*, renferment une grande instruction. On y voit que des silicates de magnésie, tels que la serpentine, le pyroxène blanc, etc., sont venus mouler de la manière la plus délicate les formes de ce foraminifère. Il est encore évident que ce n'est point par fusion ignée que ce fait s'est accompli, mais qu'il n'a pu avoir lieu que sous l'influence de l'eau ; par conséquent cette serpentine a été formée par une voie humide. Pourquoi le talc, qui est aussi un silicate de magnésie n'aurait-il pas cette même origine?

Le mica lui-même est quelquefois placé dans certains gisements alpins de manière à faire penser qu'il ne peut s'être formé sous l'influence d'une haute température ; les belles empreintes des végétaux fossiles du terrain houiller de Petit-Cœur, en Tarentaise, en sont un exemple frappant. Les moindres détails de ces empreintes sont rehaussés par une fine pellicule formée d'une matière d'un blanc éclatant, qui, à ce qu'il semble, peut difficilement avoir pris cette disposition sous l'influence d'une température élevée et sèche. Or, d'après une analyse que M. le prof. Marignac a bien voulu faire, cette matière blanche est du mica. Il paraît donc assez probable que les matières talqueuses et micacées qui entrent dans la composition des roches de protogine ont une origine aqueuse, et l'idée de l'origine aqueuse des roches granitiques, qui paraissait si extraordinaire il y a quelques années, semble faire tous les jours de nouveaux progrès.

Mais, demandera-t-on, d'où provenaient les éléments de ces dépôts de protogine? La question est embarrassante, parce que jusqu'à présent on avait pensé que les roches granitiques et de protogine étaient les plus anciennes, non pas pour le moment de leur apparition à la surface du globe, mais pour celui de leur formation. Cependant une observation sur laquelle Dolomieu a insisté avec une grande force et qui a toujours été quelque peu embarrassante dans la science, montre que les laves ont fait éruption, en Auvergne, au travers du granite, par conséquent la lave vient d'une couche de l'intérieur de la terre plus profonde que le granite. La lave existait donc sur la terre avant la formation de cette dernière roche qui a été produite sous l'influence de l'eau, tandis

que la lave (ce mot étant pris dans un sens général) est une vraie roche ignée. Le granite et la protogine sont donc des roches formées aux dépens de la lave dans des circonstances particulières.

Il y a, je le sais, quelques différences de composition entre les roches granitiques et les laves ; cependant beaucoup des premières ont une composition qui ne s'éloigne pas de celle des secondes; d'ailleurs les eaux, en dissolvant une partie des éléments de la lave, ont pu en modifier la composition et déterminer des combinaisons nouvelles.

Après leur formation les roches cristallines ont été amenées à une certaine hauteur par des refoulements latéraux et ont formé des rides à la surface du globe de la même manière que les roches de sédiments.

Dans certaines circonstances exceptionnelles, peut-être, par la grandeur du refoulement, la structure en éventail a été formée aussi bien dans les dépôts de sédiments que dans les roches granitiques.

Telle est en quelques mots une théorie qui devrait être plus longuement développée. Elle amènera à comprendre qu'il n'y a sur la terre qu'une seule roche ignée, la lave. Cette théorie paraît conforme sur un grand nombre de points avec les exigences de la science. Elle est, en particulier, d'accord avec le grand fait qui résulte de la position des laves en-dessous des roches granitiques. Il me semble donc naturel de regarder la lave comme étant la roche primitive par excellence et d'admettre qu'elle a joué le principal rôle dans la formation de la terre.

SUR LA

DISTANCE EXPLOSIVE DU COURANT INDUIT DIRECT

ENTRE DES ÉLECTRODES IDENTIQUES

PAR

M. ÉLIE WARTMANN.

(Mémoire communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, dans sa séance du 5 octobre 1865.)

La distance explosive la plus considérable qu'on puisse réaliser avec une machine électrique donnée a lieu quand la plus grande quantité possible d'électricité s'est accumulée sur le point du conducteur d'où part l'étincelle, et quand l'accumulation s'est effectuée avec assez de lenteur pour qu'aucune portion du fluide ne se soit écoulée avant la décharge. Comme l'épaisseur de la couche électrique est modifiée par les dimensions et par la forme du corps qu'on approche, il est évident que le maximum de distance explosive correspond à un excitateur donné. Ainsi, Pfaff se servait d'une boule de huit pouces de diamètre pour tirer des étincelles de dix-huit pouces d'une machine dont le conducteur était terminé par une boule de quatre pouces[1]. Faraday a trouvé qu'entre deux boules inégales, l'étincelle jaillit le plus loin lorsque la petite boule est à la fois positive et induite[2]. M. Riess a

[1] Gehler's, *Neues Wœrterbuch*, t. III, p. 464.

[2] *Experimental researches*, série XIII, §§ 1485 à 1489 ; *Philos. Trans.* pour 1838, page 126.

montré que ces résultats ne sont pas de nature générale et dépendent de la construction de la machine employée [1].

Dans l'appareil de Ruhmkorff, quand on éloigne suffisamment les terminaisons du circuit induit pour que la couche d'air interposée ne laisse passer que le courant direct, engendré par l'ouverture de la pile, on constate des faits analogues à ceux que je viens de rappeler. On sait, par exemple, que la distance explosive entre une pointe et une plaque est plus grande quand la pointe est positive que dans le cas contraire. Mais qu'arrive-t-il si les électrodes sont de même nature et de dimensions toutes pareilles? Le sens de la décharge a-t-il encore de l'influence? Je ne crois pas que cette question ait été examinée jusqu'ici.

Pour y répondre, j'ai employé une bobine de 0^m352 de longueur et de 0^m165 de diamètre. La puissance des effets qu'elle peut produire démontre le parfait isolement des couches du fil induit, dont le développement mesure environ 9,000 mètres. C'est une machine cloisonnée, pourvue d'un interrupteur de Foucault à platine amalgamé et qui a fonctionné avec une pile formée de 2 à 10 éléments de Bunsen, grand modèle.

Les couples d'électrodes de même nature, entre lesquelles l'étincelle devait éclater, ont été vissées aux branches d'un excitateur universel de Henley. On a pris tous les soins possibles pour que leurs formes et leurs dimensions fussent exactement pareilles. Ces électrodes ont été successivement :

1° Deux cônes droits et effilés, de laiton, dont le

[1] *Die Lehre von der Reibungselektricitæt*, t. I, p. 276, et t. II, p. 129.

côté a 0m01 de longueur et la base 0m008 de diamètre;

2° Deux cônes de laiton tronqués au sommet, dont la grande base mesure 19mm18 de diamètre et la petite 2mm82; l'apothème, qui a 16mm35 de longueur, s'arrête à une embase cylindrique de 5mm08 de hauteur ;

3° Deux sphères de laiton de 14mm de diamètre;

4° Deux sphères d'or de 18mm5 de diamètre;

5° Enfin deux sphères de laiton de 15mm de diamètre, fixées aux branches d'un second excitateur universel qui a été quelquefois intercalé dans le circuit.

Quand l'appareil de Ruhmkorff est en jeu et qu'on éloigne lentement l'une des électrodes de l'autre, on arrive à une distance que l'étincelle cesse de franchir. Si, alors, on renverse le courant à l'aide du commutateur, ou bien l'étincelle jaillit de nouveau, ou bien il faut diminuer l'intervalle pour qu'elle se manifeste. Quelquefois la différence n'est pas très-marquée dès le début et ne se révèle qu'après une certaine durée du flux électrique. Une fois produite, elle demeure sensiblement constante aussi longtemps que le courant de la pile conserve son intensité.

On peut aussi régler l'appareil en se servant du second excitateur. On éloigne les électrodes qui terminent le premier à une distance un peu trop faible, et on compense la différence en écartant les branches de l'autre excitateur. Quand l'intervalle des électrodes est trop grand pour que l'étincelle le traverse, elle éclate ou cesse entre les sphères de l'excitateur secondaire suivant le sens du courant.

Des divers conducteurs terminaux, ce sont les petits cônes pointus qui paraissent les moins favorables à l'expérience. La diversité occasionnée par le sens du courant

induit peut se borner à une variation dans l'abondance des étincelles. J'ai, néanmoins, réussi à déterminer leur cessation à des distances comprises entre 0m033 et 0m052.

L'épreuve est plus facile avec les cônes tronqués et avec les sphères. Quand les électrodes sont de laiton bien poli, le passage des étincelles à haute tension ne tarde pas à les ternir par la formation de taches noires d'oxyde. La différence qui peut en résulter dans leur conductibilité n'est point la cause du phénomène, car celui-ci persiste après qu'on a décapé les électrodes sans modifier leur écartement. Au surplus, en recourant aux sphères d'or dont la surface n'est pas sensiblement altérée par les décharges, l'influence du sens du courant sur la distance explosive se montre d'une manière très-nette.

Cette influence ne dépend pas d'avantage d'une différence dans la forme des électrodes qui terminent le fil induit. On s'en convainc en plaçant dans le circuit un commutateur qui intervertit ou rétablit la liaison de chaque extrémité du fil induit avec une électrode donnée. La similitude de ces électrodes est telle qu'il n'en résulte aucun effet. Plus simplement, on peut échanger d'une manière directe les électrodes terminales en ne faisant pas varier leur distance. La réussite de cette expérience exige l'emploi de conducteurs égaux et bien isolés pour relier les extrémités du fil induit avec les branches de l'excitateur. Le circuit extérieur doit ne présenter aucune aspérité par laquelle une portion de la charge pourrait se dissiper dans l'air, avant de franchir l'intervalle des électrodes.

Ainsi, dans l'air, entre des électrodes parfaitement

semblables, maintenues à une distance constante, l'étincelle jaillit abondamment ou cesse de passer, suivant que l'une d'elles est ou n'est pas positive. *L'étincelle éclate quand cette électrode est liée à l'extrémité extérieure positive du circuit induit*[1]. J'ai vérifié le fait sur une bobine du plus gros calibre, pourvue d'un interrupteur indépendant de M. Foucault. Si on change d'une manière très-subite la direction du courant voltaïque, une étincelle maigre et qui s'accompagne d'un bruit particulier passe encore, mais n'est ordinairement suivie d'aucune autre. En même temps l'interrupteur change d'allure et fait entendre un son caractéristique de la rupture du courant induit.

Cette interruption n'est pas détruite quand on souffle de l'air chaud et humide dans l'intervalle à franchir. Si on approche de l'électrode négative un conducteur médiocre, tel qu'une baguette de bois, on modifie la distribution électrique et l'étincelle brille[2]. Mais cette modification ne dure que tant que le conducteur est présent.

On a remarqué depuis longtemps que, dans les machines non cloisonnées, l'électricité ne s'accumule pas d'une manière identique aux deux extrémités du fil induit. Le fil inducteur et le noyau de fer central condensent le fluide sur l'extrémité intérieure, qui ne lance pas d'étincelle sur un conducteur voisin non isolé, comme

[1] Par extrémité *extérieure* dans une machine cloisonnée, j'entends celle qui se comporte comme la terminaison extérieure du circuit induit d'une bobine non cloisonnée, quand on échange l'étincelle entre une pointe et une plaque.

[2] Cette propriété a déjà été étudiée par M. Riess. Voyez *Pog. Ann.*, t. XCIX, p. 637 ; 1856.

cela a lieu avec l'extrémité extérieure. Mais ce privilége est indépendant du fait que cette extrémité est positive ou négative, et il est considérablement atténué dans les machines cloisonnées par leur construction même. Il paraît néanmoins que la tension demeure légèrement prépondérante au bouton extérieur. Quand il est positif, comme le bouton négatif devient le siége d'une élévation de température, cette double circonstance détermine la décharge, suivant un mécanisme analogue à celui du perce-carte de Lullin, mécanisme dont M. Riess a donné l'explication[1]. Une première décharge partielle met en mouvement l'air interposé et rend négative par frottement la vapeur d'eau qu'il contient. La voie est ainsi ouverte au flux électrique, dont l'accès au bouton négatif est facilité par la dilatation de la couche d'air ambiante.

Ainsi, la machine de Ruhmkorff diffère de la batterie électrique chez laquelle la distance explosive ne varie ni avec la circonstance qu'une des armures est positive ou négative, ni avec la nature de l'arc conjonctif[2].

En employant comme excitateur deux fils de même grosseur et de même forme, M. du Moncel avait remarqué une prépondérance du rhéophore positif du circuit induit, par l'interposition sur ce rhéophore d'une très-forte résistance, comme celle du circuit secondaire d'une machine de Ruhmkorff[3]. Les expériences variées dont j'ai donné le résumé dans ce mémoire prouvent que la

[1] *Op. cit.*, t. II, p. 213.

[2] Riess, *op. cit.*, t. II, pp. 80 et 130.

[3] *Notice sur l'appareil de Ruhmkorff*, 4e édition, p. 248; 1859. — *Recherches sur la non-homogénéité de l'étincelle d'induction*, p. 89; 1860.

forme des terminaisons de l'excitateur peut être très-diverse, et que l'adjonction d'une résistance vers l'une des extrémités du fil induit n'est point nécessaire pour produire une disparité dans la manière dont la décharge traverse un intervalle constant, au sein de l'atmosphère.

DE LA GERMINATION

SOUS DES

DEGRÉS DIVERS DE TEMPÉRATURE CONSTANTE

PAR

M. ALPH. DE CANDOLLE[1].

Les motifs qui m'ont déterminé à entreprendre une série d'expériences sur la germination sous des degrés différents de température sont au nombre de deux. Je désirais d'abord continuer et compléter mes anciennes expériences sur la durée de la germination et sur la durée de la faculté germinative de graines de diverses espèces ou familles[2]. Je voulais aussi étudier d'une manière directe, et sur une fonction en particulier, l'effet du temps pour compenser une faible température et celui d'une température élevée pour diminuer la durée du temps nécessaire à une fonction. On sait combien ce problème occupe, depuis quelques années, les agriculteurs et les naturalistes; mais dans la plupart des faits connus il y a presque toujours un mélange inextricable de plu-

[1] Mémoire lu dans la séance générale de la Société helvétique des sciences naturelles, à Genève, le 21 août 1865.

[2] Tableaux de la durée de la germination de 863 espèces observées dans le jardin botanique de Genève, par Alph. de Candolle (dans Physiologie végét. d'Aug.-Pyr. de Candolle, v. II, p. 640 et 646). — Sur la durée relative de la faculté de germer dans des graines appartenant à diverses familles, par Alph. de C. dans *Ann. Sc. nat.* sér. 3, vol. VI, p. 373.

sieurs fonctions envisagées collectivement, ou de l'influence de la lumière mêlée avec l'influence de la chaleur, ou encore de températures qui varient continuellement. C'est à éliminer toutes ces complications que j'ai visé, et si j'ai été devancé par un judicieux observateur, M. Fr. Burckhardt[1], dans un genre d'expérimentations que la lecture de ma *Géographie botanique* paraît lui avoir suggéré, on verra que mes expériences appuient les siennes, qu'elles portent sur un plus grand nombre d'espèces, soumises à des conditions plus normales, et qu'elles conduisent par conséquent à des conclusions plus étendues et plus certaines.

Je donnerai d'abord les expériences; ensuite les résultats.

§ 1. DÉTAIL DES EXPÉRIENCES.

Mon premier soin a été de me procurer des graines d'une dizaine d'espèces, en bon état, appartenant à plusieurs familles différentes de plantes. Il les fallait de grosseur au-dessous de la moyenne ou moyenne, les unes propres à germer sous de faibles températures, les autres exigeant de la chaleur, autant du moins que les procédés ordinaires de culture pouvaient le faire supposer. J'ai choisi trois crucifères (*Lepidium sativum, Sinapis alba* et *Iberis amara*); une polémoniacée (*Collomia coccinea*); une linée (*Linum usitatissimum*); une cucurbitacée (*Melon Cantaloup*); une renonculacée (*Nigella sativa*); une sésamée (*Sesamum orientale*); une légumineuse (*Trifolium repens*) et une graminée (*Zea Maïs, var. précoce*). Malgré l'importance de ces deux dernières familles, j'ai préféré n'avoir qu'une espèce de chacune. Les légumineuses sont con-

[1] *Ueber die Bestimmung des Vegetationsnullpunktes*, sur la détermination du zero de végétation. (*Verhandl. d. Naturforsch. Gesellsch.* Basel, 1858, v. II, 1, p. 47-62.)

nues pour leur germination irrégulière. Il n'est pas rare de voir, d'un même semis de lupin ou de *Vicia,* lever des graines de semaine en semaine, de mois en mois, et jusqu'à l'année suivante, sans qu'on puisse s'en rendre raison [1]. Les graminées germent un peu lentement et elles ont une enveloppe (péricarpe) adhérente aux graines, ce qui complique peut-être les phénomènes physiologiques.

Après m'être assuré que toutes mes graines pouvaient germer, elles ont été déposées dans un endroit sec, d'une température peu variable. C'est de là que, pour chaque expérience, je les ai sorties par petits paquets.

Chaque semis a été fait sur du sable, dans un vase en terre, une boîte en bois ou un bocal de verre, selon les circonstances. Les graines étaient déposées sur le sable sec ; je laissais le semis, préparé de cette manière, pendant 24 heures au moins, dans le milieu dont il devait prendre la moyenne de température ; puis j'arrosais avec de l'eau à la température voulue pour l'expérience. Le premier arrosement était toujours copieux, afin que les graines fussent vite pénétrées de l'humidité, condition nécessaire pour que la température et l'oxygène de l'air puissent amener la germination. Les graines étaient recouvertes d'une légère couche de sable, mais l'arrosement les mettait presque toujours à nu. En fait, je n'ai pas remarqué de différence, quant à l'époque de la germination, entre les graines de la surface et celles qui res-

[1] J'avais signalé jadis à M. Vilmorin père le *Vicia narbonensis* comme une plante qui serait un excellent fourrage si l'on parvenait à la bien cultiver. Cet habile horticulteur se donna beaucoup de peine, et, après avoir constaté le mérite réel de l'espèce, il dut y renoncer, parce qu'il n'était pas parvenu à faire lever en même temps les graines récoltées et semées ensemble.

taient sous une petite couche de sable, preuve de l'uniformité de température conservée dans ces deux positions, grâce aux dispositions générales des expériences.

Le moment de chaque germination est d'une fixation assez délicate et jusqu'à un certain point arbitraire. L'embryon change dans la graine avant de se montrer au dehors, la radicule s'allonge plus ou moins vite, et, selon l'espèce, la jeune plante se montre diversement. J'ai considéré comme le moment de la germination celui où le spermoderne étant brisé, la radicule commence à sortir [1].

Plusieurs thermomètres étaient à ma disposition; la plupart gradués sur le tube lui-même. Quoique ces thermomètres aient été construits avec soin, j'ai vérifié pour chacun la correction qu'il fallait faire au zéro, et pour les degrés supérieurs j'ai comparé de 10 en 10 degrés avec un thermomètre modèle, très-exact, appartenant à la Société genevoise pour la construction des instruments de physique. Ce thermomètre avait été vérifié par M. Louis Soret, au moyen du procédé de faire passer une goutte de mercure de place en place dans la colonne intérieure. La principale cause d'erreur est venue de la difficulté de déterminer les fractions de degrés sur des thermomètres en verre assez épais, placés dans des positions très-variées, où l'œil n'est pas toujours bien perpendiculaire

[1] M. Burckhardt, dans les expériences auxquelles j'ai fait allusion et que je ne connaissais pas alors, a appelé germination le moment où les cotylédons s'étalent. C'est plutôt une époque de végétation. Elle peut être bonne à considérer quand on compare la même espèce sous différentes conditions, mais elle diffère beaucoup d'une espèce à l'autre, certaines plantules demeurant longtemps recourbées sous terre ou avec leurs cotylédons emprisonnés dans les restes du spermoderme.

au tube. J'espère être parvenu cependant à donner des chiffres exacts à $^1/_{10}$ de degré près [1].

Le but de mes expériences étant d'observer la germination sous des températures diverses, mais constantes, j'avais fait construire, sous la direction de M. le prof. Thury, un appareil qui m'a satisfait en ce qui concerne les températures voisines de 0°, mais qui ne s'est pas trouvé suffisant pour les autres circonstances. Cet appareil consiste en un réservoir cubique, en zinc, de 44 centimètres dans chaque dimension, entouré de sciure de bois et contenu dans une grande caisse en bois. Le réservoir pouvait être rempli de glace ou d'eau à une température déterminée, et des vases ou bocaux, contenant des graines, pouvaient être disposés soit dans le réservoir, soit dans la sciure de bois, soit même dans les cases d'une partie proéminente, en zinc, qui sortait de l'une des faces de la caisse. Cette addition latérale n'a pas été heureuse, en ce qu'elle n'offrait pas dans ses cavités des conditions fixes de température et qu'elle faisait perdre une partie des avantages, au point de vue de la chaleur, de l'isolement du réservoir. La caisse a été placée dans un caveau voûté et profond, sans aucune autre ouverture qu'une porte donnant sur une cave. La température y était naturellement très-fixe, du moins tout à fait à l'abri des variations diurnes et même hebdomadaires.

Les températures voisines de 0° se sont maintenues, avec fixité, dans le réservoir, aussi longtemps que je l'ai voulu, en renouvelant la glace de trois en trois jours; mais, pour d'autres températures, surtout de 18° ou

[1] Les degrés dont je parle sont toujours ceux du thermomètre centigrade.

davantage, l'appareil n'était plus satisfaisant. De l'eau à 50° ou 55° perdait très-vite sa chaleur, et l'appareil étant difficile à transporter, j'ai préféré ne pas m'obstiner à l'employer. J'ai mieux aimé profiter de la succession des saisons pour placer des semis tantôt dans le caveau, tantôt à l'air libre, puis dans des cabinets ou armoires où les températures variaient à peine de jour en jour, ce qui m'a permis d'observer jusque sous 24° environ; enfin pour des degrés supérieurs, j'ai eu recours à la chaleur artificielle d'un lumignon.

Température de 0°.

Un grand bocal de verre, fermé par du liége, contenait trois petits vases pour le semis des graines. Le grand bocal, chargé ainsi à l'intérieur, flottait dans le réservoir de glace fondante, sans qu'il ait jamais été ni émergé totalement ni submergé. La température de 0° s'est maintenue dans l'intérieur de l'appareil avec une fixité remarquable. Même lorsqu'on avait laissé la glace se fondre dans une proportion un peu plus forte qu'à l'ordinaire, le thermomètre plongé dans les vases de semis indiquait exactement 0°. Une autre boîte, cylindrique, en fer-blanc, qui nageait dans le même réservoir et contenait quelques semis, a conservé également la température de 0° avec une grande fixité.

L'expérience a duré du 7 mars à 4 heures jusqu'au 11 avril à la même heure, c'est-à-dire 35 jours. En voici le résultat pour 10 espèces[1] :

Les suivantes n'ont pas germé du tout : *Collomia, Lepidium, Linum, Maïs, Melon, Nigella, Sesamum, Trifolium, Celosia.*

[1] L'*Iberis* n'a pas été semé dans quelques-unes de mes expériences. En revanche il y avait ici une amarantacée (*Celosia cristata*).

Il y avait deux semis du *Trifolium*, l'un dans les vases du grand bocal, l'autre dans la boîte en fer-blanc.

La seule espèce qui ait germé est le *Sinapis,* dont j'avais fait également deux semis, dans le bocal et dans la boîte. Pour le premier, quelques graines (5 en tout sur une trentaine) ont germé du 23 au 25 mars, soit en moyenne le dix-septième jour. Dans la boîte, où le semis avait été fait seulement le 16 mars au soir, quelques graines ont germé le 27 dans la soirée, c'est-à-dire le onzième jour, et d'autres ont continué de lever successivement. Il est difficile de savoir à quoi cette différence de 11 à 17 jours a pu tenir, car la température ambiante était bien de 0° dans les deux cas. J'ai soupçonné que les graines du second semis n'avaïent pas été ramenées assez près de 0° au moment où elles avaient été placées dans le sol qui avait cette température. Elles étaient aussi plus nombreuses et trop accumulées. Il se peut que la température extérieure ne les ait pas envahies assez vite à l'origine, et qu'une certaine altération chimique ayant commencé, le rapprochement des graines ait déterminé une chaleur locale de nature à altérer les conditions supposées. Par ces motifs, le résultat de la première expérience (17 jours) me paraît d'une exactitude plus probable.

Au bout de 35 jours, obligé de faire une absence, j'ai cessé de renouveler la glace dans l'appareil, mais l'expérience a été d'une durée suffisante. Ce qui le prouve, c'est qu'à mon retour, à peu près un mois plus tard, le 9 mai, j'ai trouvé les vases dans l'appareil à 7°,7, et aucune autre espèce que le *Sinapis* n'avait germé. Plusieurs auraient pu lever, sous de semblables températures, comme nous le verrons plus loin, mais dans une

expérience aussi prolongée elles avaient probablement pourri. Le *Lepidium* et le lin germent, sous des températures ordinaires, presque aussi vite que le *Sinapis*, et auraient certainement germé entre le dix-septième et le trente-cinquième jour de l'expérience si la température de 0° n'avait fait obstacle.

Il y a probablement des espèces alpines qui lèvent sous une température de 0°, surtout des espèces nivales, comme la soldanelle, par exemple. On conseille de semer les graines de rhododendrons dans de la neige fondante, et les forestiers sèment quelquefois de la même manière des graines d'arbres sur les pentes des montagnes. Sans doute les rayons du soleil peuvent dans le cours naturel des choses amener, par moments, en dépit de l'eau de neige, une température supérieure à 0°; mais on peut croire, d'après l'exemple du *Sinapis*, que certaines espèces germent toutes les fois que l'eau est en contact avec elles, même à 0°. D'un autre côté, d'après mes expériences, plusieurs ne germent pas sous une température aussi basse. Il reste encore à savoir si elles ne peuvent véritablement pas germer, ou si elles demandent un temps tellement prolongé que d'ordinaire leur tissu passe à un état de putréfaction, qui atteindrait l'embryon.

Température de 1°,4 à 2°,2.

Quatre petits vases en terre poreuse étaient enfoncés, jusqu'au bord, dans la sciure de bois qui entourait le réservoir de glace. Ils ont reçu, le 7 mars à 4 heures du soir, des graines de toutes les espèces précédentes, excepté le melon et le *Trifolium repens*. Le premier n'aurait certainement pas levé, le second ne me paraissait pas alors disposé à germer avec assez d'uniformité pour être

essayé ; j'ai reconnu depuis qu'il aurait mieux valu ne pas le dédaigner.

Le premier vase contenait des graines de *Collomia* et de *Celosia*. Sa température a varié fort peu : de 1°,6 à 2°,0 (moyenne 1°,8). Les graines n'ont pas germé. L'expérience a duré 35 jours. Plus tard, la température s'est élevée graduellement jusqu'à 8°,0. Cette température de 1°,8 à 8°,0 ayant duré 28 jours n'a pas amené de germination.

Le second vase a varié pour la température de 1°,4 à 1°,9 (moyenne 1°,65). Il renfermait des semis de *Lepidium* et de *lin*. La première de ces espèces a levé le trentième jour, assez abondamment ; la seconde, le trente-quatrième jour [1].

Le troisième vase a varié de 1°,5 à 2°,0 (moyenne 1°,75). Il contenait des graines de *maïs* et de *Nigella*. Aucune n'a germé. Après les 35 jours d'expérience, la température s'étant élevée lentement, pendant 28 jours jusqu'à 8°,0, elles n'ont pas germé davantage.

Enfin le quatrième vase, contenant des graines de *Sesamum* et de *Sinapis*, a varié de 1°,6 à 2°,2 (moyenne 1°,9). Le *Sesamum* n'a pas germé. Il n'a pas germé non plus dans les 28 jours de 1°,8 à 8°,0 qui ont suivi l'expérience. Le *Sinapis*, au contraire, a germé le seizième jour. La moyenne de ces 16 jours a bien été de 1°,9, comme pour l'ensemble de l'expérience.

Ces faits, presque tous négatifs, viennent confirmer et expliquer l'expérience sous 0°. La germination du *Sinapis* le seizième jour, sous 1°,9, montre que sa vraie

[1] En disant qu'une espèce a germé le trente-quatrième jour, j'entends qu'il a fallu 34 jours accomplis pour que la radicule se montre.

germination sous 0°,0, était bien le dix-septième jour, plutôt que le onzième.

Sous des températures de 2°,6 à 3°,2.

Les trois cavités cylindriques, latérales, les plus rapprochées du réservoir à glace renfermaient les mêmes espèces semées, dans trois vases, dès le 6 mars.

La cavité α, contenait des graines de *Collomia* et de *Lepidium*. La température a varié de 2°,8 à 3°,2 (moyenne 3°,0) pendant les 36 jours de l'expérience. Le *Collomia* n'a pas germé. Quelques graines du *Lepidium* ont germé le onzième jour[1], puis elles ont péri ; d'autres un peu plus nombreuses ont germé le seizième jour ; enfin j'en ai vu germer trois le trente-unième jour. Une moitié environ des graines a ainsi germé successivement.

La cavité β, semée de *lin* et *maïs*, a varié de 2°,8 à 3°,2 (moyenne 3°.0). Pendant les 17 premiers jours la température a été fixe à 3°,1, et le lin a germé le dix-septième et le dix-huitième jour, en assez grande quantité. Le maïs n'a pas germé du tout.

La cavité γ, renfermait les *Nigella*, *Sesamum* et *Sinapis*. La température a varié ordinairement entre 2°,6 et 3°,2 ; mais il y a eu, le sixième jour de l'expérience, une cause de réchauffement accidentel, qui a porté la température à 5°,0. Les *Nigella* et *Sesamum* n'ont pas germé. Trois graines de *Sinapis* ont germé le 9e jour, ou plutôt le 8 1/2 jour ; le 17e jour il a en germé une de plus ; les autres n'ont rien indiqué. Voyant l'inutilité de l'expérience, j'ai semé de nouveau le *Sinapis*, le 18 mars à 2 heures, dans un vase additionnel, placé dans la

[1] J'entends à la fin du onzième jour. De même dans tout ce qui suit.

cavité γ. Une graine a germé le sixième jour, une autre le treizième jour, et plus tard deux encore, ce qui prouve peu de chose, car le semis avait été de 60 ou 80 graines. Après l'expérience la température s'est élevée graduellement jusqu'à 8°, pendant 28 jours, et les graines qui n'avaient pas germé antérieurement n'ont rien fait de plus.

Sous des températures de 4°,2 à 6°,1.

Les cavités latérales plus éloignées du réservoir de glace ont reçu les mêmes espèces, également dans trois vases.

α a varié de 4°,6 à 6°,1 (moyenne 5°,35). Il renfermait des *Collomia*, qui ont germé le dix-septième jour, en assez forte proportion (la moitié à peu près), et des *Lepidium* qui ont germé le huitième jour, avec assez d'abondance.

β a varié seulement de 4°,7 à 4°,9. Il renfermait du *maïs* qui n'a pas germé, et du *lin* qui a germé le dix-septième jour, dans la proportion à peu près de la cinquième des graines semées.

γ a varié de 4°,2 à 4°,9 (moyenne 4°,55). Il contenait les *Nigella, Sesamum* et *Sinapis*. Aucune de ces espèces n'a germé, pas même le *Sinapis*. Évidemment les graines de cette dernière espèce qui lève si aisément, avaient souffert, car un mois après, la température s'étant élevée à 8°, il ne s'est manifesté qu'un seul individu, sur 30 ou 40 semés le 6 mars.

L'humidité avait probablement été trop grande dans ces trois cavités, comme dans celles où la moyenne était de 2°,6 à 3°,2, dont je parlais il y a un instant. Le 9 mai, 28 jours après l'expérience, il ne restait de tous ces semis qu'un seul pied, appartenant au *Sinapis*.

Sous une température de 5°,7 environ.

Le caveau dans lequel se faisait l'expérience a offert, du 6 mars au 11 avril, une température qui a varié seulement de 5°,4 à 6°,0. La moyenne des températures de deux en deux jours a été de 5°,68; disons 5°,7.

Toutes les espèces ont été semées le 9 mars, sur un fond de sable, dans une large boîte. Elles ont été arrosées avec de l'eau à la température ambiante [1].

Voici les résultats, jusqu'au 11 avril :

Collomia....	quelques graines ont germé le 14e jour; les autres ont manqué.
Lepidium...	germé le 5e jour, abondamment.
Linum.....	germé le 6e jour, abondamment.
Maïs.......	n'a pas germé.
Nigella.....	germé le 27e jour.
Sesamum...	n'a pas germé.
Sinapis....	germé le 4e jour, abondamment.
Iberis......	germé le 14e jour.
Trifolium...	germé le 10e jour.
Melon......	n'a pas germé.

Du 11 avril au 9 mai, la température du caveau s'est élevée graduellement jusqu'à 8°,0. Les graines de *maïs*, *sésame* et *melon* n'ont pas germé davantage. Celles de *sésame* avaient peut-être souffert de l'humidité ; mais celles de *maïs* et de *melon* étaient à peine gonflées et quelques-unes étaient moisies.

[1] A des températures plus élevées l'évaporation abaissait la moyenne du sol où les graines étaient placées, circonstance dont j'ai tenu compte pour les expériences qui suivent, en prenant la température du sol au lieu de celle de l'air. A 5 ou 6°, cette cause devait avoir peu d'importance, mais elle doit faire présumer que la moyenne était un peu inférieure à 5°,7.

Sous une température de 9° environ.

Au milieu de mai la température du caveau s'était élevée à peu près à 9°. J'en profitai pour semer, le 17, à 1 heure, toutes les espèces, dans une boîte plate, exposée à l'air libre. Le 18 à 2 $^1/_2$ heures, j'arrosai et laissai l'expérience continuer. Du 18 mai au 2 juin le thermomètre à l'air libre n'a varié que de 0°,6. Dans le sable des semis les variations ont été de 0°,8. L'humidité causée par l'arrosement a toujours fait baisser la température du sol, relativement à celle de l'air, ce qui m'a décidé à prendre le plus exactement possible la température de la couche supérieure du sol. Toute correction faite au moyen du thermomètre régulateur, je trouve 9°,2 comme la température la plus probable, à laquelle les graines aient été soumises. Voici les résultats :

Collomia..... a germé le 6 $^3/_4$ jour du semis.
Lepidium.... a germé le 3e jour du semis.
Lin......... une graine a commencé le 2e jour, plusieurs autres le 4e.
Maïs........ une graine le 10e jour, deux autres le 12e et d'autres après.
Melon....... n'a pas germé.
Nigella...... le 15e jour.
Sesamum..... n'a pas germé.
Sinapis...... au bout de 3 $^1/_2$ jours.
Iberis........ le 6e jour.
Trifolium.... quelques graines le 5e jour, d'autres le 6e, le 8e, etc.

Sous une température de 12° à 13°.

Les mêmes graines ont été semées et arrosées le 15 juillet de la même manière que les précédentes, mais

sous une température qui a été dans le caveau, du 15 au 31 juillet, à l'air, de 13°,66, dans le sol de 12°,6, avec des variations extrêmes de 1°,0 à l'air et de 0°,8 dans le sol. Pour les trois premiers jours la moyenne a été dans le sol de 12°,9, ce qui concerne particulièrement quatre des espèces indiquées ci-dessous. Les résultats ont été :

Collomia.... a germé du 6e au 7e jour.
Lepidium.... a germé après 1 3/4 jour environ.
Lin......... a germé après 2 3/4 jours environ.
Maïs........ deux graines sur 17 ont germé à la fin du 5e jour, et le 7e il y en avait la moitié de germées.
Melon....... n'a pas germé, non-seulement du 1 au 31 juillet, mais encore pendant le mois d'août.
Nigella...... le 9e jour (à la fin) le quart des graines a germé.
Sesamum.... a germé à la fin du 9e jour abondamment.
Sinapis..... a germé après 1 3/4 jour.
Iberis....... de 3 1/4 à 4 jours.
Trifolium... a levé à la fin du 3e jour, inégalement.

L'incertitude qui existait sur quatre de ces semis m'a engagé à répéter immédiatement l'expérience.

Le *Lepidium*, sous 12°,9, a levé en 1 3/4 jour, comme précédemment.

Le *lin* a manqué, mais en répétant encore l'expérience sous 13°,5, il a germé au bout de 1 3/4 jour. La moyenne avec la précédente expérience est 2 1/4 jours, sous 13°,2.

Le *Sinapis* a germé en 40 heures environ. La moyenne avec la précédente expérience est 41 heures, sous 12°,9.

Le *Trifolium* en 3 jours, moins environ 3 heures, sous 13°,0.

Sous la température de 17° environ.

Des semis ont été placés, le 15 mai, dans un cabinet où la température de l'air a varié jusqu'à la fin du mois, de 1°,3, et celle du sable dans lequel étaient les graines, de 1°,3 également. Pendant les trois premiers jours la moyenne à laquelle les graines ont été soumises a été de 17°,2; or les *Lepidium* et *Sinapis* ont germé vers le 1 $^1/_2$ à 1 $^3/_4$ jour; le *lin* et le *Trifolium* à la fin du 2e jour. Vu la rapidité du phénomène, j'ai voulu répéter l'expérience avec plus de précision encore, et j'ai trouvé que les moyennes étant 16°,9, le

Lepidium... a germé en 36 heures.
Lin........ a levé partiellement à la fin du 4e jour.
Sinapis..... à la fin de 3 $^1/_2$ jours.
Trifolium... à la fin de 3 $^1/_4$ jours environ.

Sous une moyenne de 17°,3, dans une troisième expérience, le *Sinapis* a germé à la fin du second jour. La moyenne de ces trois données, pour le *Sinapis*, est 1,7 jour, sous 17°,2.

La moyenne de deux expériences donne pour les autres espèces, sous 17°,05 :

Lepidium.... 1 $^1/_2$ jour.
Linum...... 3 jours.
Trifolium.... 2,6.

Les autres espèces ont donné, sous 16°,9 :

Collomia..... 5 $^1/_2$ jours.
Maïs.......... 3 $^3/_4$ jours.

Melon........ a commencé après $9^1/_4$ jours et a con-continué à lever les jours suivants.
Nigella... ... 6e jour.
Sesamum..... 3e jour.
Iberis........ 4e jour.

Sous la température de 20° à 21° environ.

Des semis semblables ont été faits dans une chambre où la température était assez constante. Les graines, placées dans une boîte ouverte, ont été fortement arrosées, recouvertes de papier gris humecté, et le tout a été enfermé dans un tiroir. La forme de la boîte permettait de placer le thermomètre obliquement, dans la couche superficielle de sable où étaient les graines. Le 2 août, à 4 heures du soir, au début de l'expérience, la température était de 22°,1 ; le lendemain à 10 heures elle était de 21°,2 et le jour suivant à 10 heures de 19°,9. On peut admettre 21°,1 comme la moyenne approximative. Voici les faits :

Lepidium... a germé en 38 heures.
Lin........ a germé en 36 heures, environ.
Maïs. . .... 2 graines ont germé à la 42e heure et d'autres ont suivi.
Nigella..... en $4\,^1/_4$ jours.
Sesamum.... a germé en 30 à 36 heures, sans que j'aie pu bien préciser, au milieu de la seconde nuit.
Sinapis..... une graine a germé en 18 heures et les autres ont suivi ; admettons 22 heures pour les premières.
Trifolium... quelques graines ont germé en 42 h.

Le 5 août la température avait baissé et la moyenne

du 2 août après-midi au 5 vers 10 heures du matin doit être estimée à 20°,4. L'Iberis a germé sous ces condition en 2 $^{3}/_{4}$ jours.

Le *Collomia* n'a pas levé. Ses graines ont été gardées et arrosées sous des températures de 18°,8 à 20°,4 (moyenne dès le début 19°,6) et le 18 août (15 $^{1}/_{2}$ jours du semis), il en a germé une.

Pour ménager mes graines de melon, dont il restait fort peu, je n'en ai pas semé alors, mais j'y suis revenu le 16 août, pour combler cette lacune, et sous une moyenne de 19°,4, ayant varié de 18°,8 à 20°,4, deux graines sur 10 ont germé en 2 jours et 20 heures.

Sous la température de 24° à 25°.

Le 19 juillet un semis a été fait dans une chambre où la température était de 26° environ, et plus tard, depuis le 22 jusqu'à la fin du mois, de 23 à 24°. Les graines ont été mises sur du sable, dans un tiroir fermant bien, et pour éviter encore les variations extérieures, elles ont été recouvertes de feuilles de papier gris. On a arrosé le sable et humecté le papier. La température s'est maintenue pendant trois jours dans le sable entre 24°,9 et 25°,2 (moyenne 25,05). Sous ces conditions :

Lin...... a germé en 38 heures.

Maïs...... 1 graine sur 12 a germé en 23 heures, mais la moitié des graines n'a germé qu'après 44 heures.

Melon..... 2 graines sur 10 ont germé en 44 heures, les autres ont suivi.

Sesamum.. a germé en 21 à 22 $^{1}/_{2}$ heures. Cette rapidité extrême m'ayant empêché de

bien constater, j'ai fait immédiatement un nouveau semis, sous une température de 24°,4 à 24°,9 : il a poussé en 22 $^1/_2$ heures.

Sinapis.... paraît avoir germé en 36 heures, mais c'était dans la nuit et le moment n'a pas été précisé.

Trifolium.. a germé vers la 42e heure.

Les *Nigella* et l'*Iberis* ont échappé à l'observation, par suite d'un accident.

Le *Lepidium* a présenté un fait singulier, résultant probablement d'une erreur d'observation ou d'un choix accidentel de graines plus tardives que les autres. Cette espèce, qui germe sous de basses températures avec une grande rapidité, a commencé à germer partiellement (2 graines sur 10) vers la fin du 6e jour seulement et la plupart des graines ont levé entre le 6e et 7e jour. La température des sept jours a varié de 22°,1 à 25°,1, la moyenne étant de 23°,6 ou de 23°,7 environ. La construction de la courbe (*voyez la planche*) montre que ce fait n'est pas en harmonie avec ceux déduits de températures plus hautes ou plus basses, que par conséquent il y a eu erreur ou accident. Pour m'en assurer mieux encore, j'ai répété l'expérience au mois de novembre sous une autre forme, avec un lumignon placé sous un grand bocal plein d'eau, dans lequel flottait une bouteille contenant le semis de *Lepidium*. La moyenne de température a été de 21°,1 avec des variations insignifiantes, et le *Lepidium* a germé après 38 ou 39 heures, exactement comme dans l'expérience mentionnée ci-dessus. Avec une température de 26° à 27°, qui malheureusement s'est élevée beaucoup plus haut (43°) pendant quel-

ques heures, le *Lepidium* a commencé à lever à la 16e heure. On peut en conclure que l'expérience, sous 25°, était fausse.

Enfin le *Collomia* n'a point germé dans le mois de juillet. La température du sable s'est maintenue du 24 juillet au 3 août entre 22°,5 et 22°,1 ; elle s'est abaissée le 8 août à 18°,5, puis elle a remonté le 14 août à 28°,6. Les graines avaient été conservées et arrosées ; je croyais qu'elles ne lèveraient pas, lorsque le 15 août, deux d'entre elles ont germé. La moyenne de température a trop varié pour que l'expérience soit satisfaisante. En la prenant pour bonne, il faudrait admettre que sous une moyenne de 21°,5, le *Collomia* exige une durée de 27 jours, ce qui concorde, du reste, avec l'observation sous 19°,6, comme on peut voir dans le tracé des courbes (*v. la planche*). On peut se demander, comme pour le *Lepidium*, si la température de la seconde moitié de la période qui s'est abaissée momentanément jusqu'à 18°,5, n'avait pas été la cause d'une germination que la chaleur empêchait dans la période précédente. J'en doute cependant, puisque la germination est arrivée lorsque la moyenne était revenue à 20°,6. D'ailleurs la durée de 27 jours concorde assez avec celle de l'expérience sous 17° à 18°, comme la courbe l'indique bien.

Température de 28° environ.

Ne pouvant pas obtenir à Genève, à l'air libre, même pendant un été très-chaud, des moyennes constantes de plus de 24°, j'ai recouru à la chaleur artificielle pour les températures plus élevées.

Une cuvette, à peu près remplie d'eau tiède, a été placée sur une veilleuse chauffée par un lumignon qu'il

suffisait de renouveler trois fois dans les 24 heures. Une coupe de porcelaine, remplie de sable, plongeait aux deux tiers dans l'eau de la cuvette et devait recevoir les graines. La température s'est maintenue avec une certaine fixité entre 29° et 30°. J'ai semé alors les graines, à une distance égale du bord de la coupe, et, après les avoir laissé prendre la température du sable, j'ai arrosé copieusement avec de l'eau à 30°, qui n'avait pas bouilli. L'expérience, commencée le 2 août, à minuit, a été arrêtée le 6, à midi. Pendant ce temps, la moyenne de température dans la chambre s'était abaissée de 21° à 18°. Cette cause, ainsi que l'évaporation du sable, plus ou moins humide, et les variations inévitables de la source du calorique, ont fait varier la température de 27°,0 à 29°,0, et même dans la matinée du dernier jour elle est descendue à 26°,3 ; mais ceci ne peut pas avoir influé sur la plupart des graines, qui avaient déjà germé. Les faits ont été :

Lepidium.... Deux graines ont germé en 39 heures ; une ou deux autres ont ensuite levé ; cependant la plupart n'ont pas germé du tout.

Linum...... Au bout de 2 $^1/_2$ jours une graine a germé ; à la fin du troisième jour, seulement trois avaient germé ; la majorité, environ les $^4/_5$, n'ont pas germé du tout.

Maïs........ A levé isolément depuis la 36e heure, mais après le second jour presque toutes les graines poussaient vigoureusement.

Melon ...... Une graine a montré sa radicule à la fin du 3e jour et à 3 $^1/_4$ jours la majorité germait régulièrement.

Sesamum ... La germination a commencé au bout de 22 heures; elle était abondante dès les trois ou quatre heures qui ont suivi.

Sinapis ..... Deux graines seulement, sur une dixaine, ont germé à la fin du 3e jour; six heures après, une troisième a montré sa radicule; la plupart n'ont pas germé.

Trifolium ... Quelques graines ont germé à la fin du 3e jour; la plupart n'ont pas germé.

Les *Collomia* et *Nigella* n'avaient pas germé. Pour prolonger l'expérience, j'ai laissé ces graines en place, mais sous des conditions où la température a varié de 32° à 37°, jusqu'au 10 août. Il a levé encore, sous ces conditions, deux ou trois *Trifolium* et un ou deux *Linum,* mais pas de *Collomia* et *Nigella*.

Le 4 août, à 5 heures du soir, j'ai semé et arrosé des graines de *Sesamum* dans un petit godet placé de manière à conserver 27° à 28° de température. Au bout de 31 heures, une seule graine a germé. L'expérience n'a pas été prolongée.

Température sous 40° à 41°.

Les graines ont été semées le 6 août, à 8 heures du soir, dans un vase en verre, rempli de sable sec, placé au centre de la coupe de porcelaine occupée par le sable humide de la précédente expérience. A 11 $^1/_2$ heures du soir j'ai arrosé copieusement avec de l'eau à 41°, qui n'avait pas bouilli. La température du sable a été maintenue jusqu'au 10 août, à 5 $^1/_2$ heures du soir, entre 39°,6 et 45°,4, mais elle n'est montée à ce chiffre que le 7 août dans la soirée, et la moyenne, prise de 12 en 12 heures, a été de 40°,6.

Deux graines de sésame ont germé au bout de 10 $^1/_2$ heures, et d'autres ont immédiatement suivi. La moyenne pendant ces 10 $^1/_2$ heures doit avoir été de 40°,7.

Aucune des autres espèces n'a germé, et, comme les graines de maïs et de melon avaient pris une teinte foncée (surtout celles de maïs), qui indiquait une altération, j'ai sorti le vase de verre et l'ai posé sur une cheminée en marbre où il a pris rapidement la température ambiante de 20° à 21°. A ma grande surprise, 4 $^1/_2$ heures après, trois graines de melon se sont mises à germer ! Les autres espèces n'ont pas poussé dans les jours suivants, jusqu'au 12 août ; ainsi il est probable que les graines de melon allaient germer sous 40°,6, si je n'avais interrompu l'expérience. Elles auraient donc demandé, sous ces conditions, 4 jours moins 2 heures, soit 94 heures.

Sous des températures plus élevées.

Il m'a paru assez inutile de continuer sous des températures plus élevées, excepté pour le sésame, qui paraissait résister le mieux à une chaleur extrême. Les expériences de Lefébure et celles de MM. Edwards et Colin ont prouvé que la plupart des graines subissent une altération sous des températures de 50° et au delà, quand la terre est humide, altération si profonde qu'elles ne peuvent plus germer lorsqu'on les met ensuite dans des conditions favorables. Des graines chauffées à sec, dans une étuve, peuvent supporter une chaleur qui approche du point de la combustion [1] ; mais dans de l'eau, elles perdent leur faculté germinative à 55°, 50°, peut-être au-dessous, suivant l'espèce et surtout suivant la durée de

[1] Edwards et Colin, l. c. — Théod. de Saussure, dans *Mém. Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève.* 3, part. 2.

l'immersion[1]. Dans de la terre humide la graine est altérée, selon l'abondance de l'eau, à tel ou tel degré du thermomètre. Ainsi, avec le mode d'expérimentation que j'avais adopté dans un certain but, les graines étant toujour arrosées abondamment devaient perdre leur faculté de germer sous 50°, 45° et peut-être 44° ou 43°, comme le prouve l'expérience précédente, sans qu'il fût possible de régler et de constater exactement cette limite.

Je me suis donc borné à suivre les graines de sésame jusqu'à 57° environ, et voici ce qui est arrivé :

Un semis a été fait à 7 heures du soir dans du sable qui avait été chauffé lentement, avec les graines et à sec, jusqu'à 51°. J'ai arrosé copieusement avec de l'eau à cette température. La chaleur s'est élevée dans le sol jusqu'à 57°; elle a varié de 50° à 57°, se tenant plus habituellement entre 51° et 52°. Quelques graines ont été perdues par négligence. Une, sur cinq qui restaient, a germé au bout de 25 $^3/_4$ heures. Dans une dernière expérience, où le sésame, arrosé de la même manière, a été soumis à une moyenne plus fixe de 43° à 45°, pendant 26 heures, et ensuite abandonné à des températures de 18°,5 à 22°, trois graines, sur une douzaine, ont germé au bout de six jours de semis ; deux ont suivi, et la majorité n'a pas germé, ce qui montre à quel point la chaleur de 43° à 45° avait été nuisible.

§ 2. Déductions et conclusions.

1° *Il existe des graines qui germent sous 0°.*

MM. Edwards et Colin disaient, en 1834, dans leur

[1] Lefébure, p. 120 et suiv. — Edwards et Colin, l. c. — Fr. Burckhardt, l. c.

mémoire : « Il n'y a pas, que l'on sache, de graines en état de germer au terme de la glace fondante. » M. de Seynes, dans son résumé très-intéressant sur la germination [1], répète en 1863 : « On ne connaît pas de graines de Phanérogames qui germent à 0°. » Mes expériences constatent que, sur une dixaine d'espèces, prises au hasard, il s'en est trouvé une qui germe sous 0° (le *Sinapis alba*).

Le fait est d'autant plus singulier qu'il ne s'agit pas d'une plante des régions polaires ou des hautes montagnes. Probablement il y a d'autres espèces dans le même cas, surtout parmi celles qui vivent autour des neiges, mais on ne peut guère le savoir en observant le cours ordinaire des choses. En effet, la permanence d'une température de 0° est très-rare dans la nature. Il suffit d'un rayon de soleil ou du voisinage d'un corps à une température supérieure à 0°, pour élever la température d'un ruisseau qui sort de la neige fondante. On sait combien il est difficile de maintenir 0° dans un bassin rempli de glace lorsqu'on veut vérifier le zéro d'un thermomètre. Ce n'est que par une observation attentive, dans une expérience prolongée, qu'on peut savoir si une espèce germe sous 0°. Il y a même des graines pour lesquelles une expérience de 35 jours, comme la mienne, ne suffirait pas.

2° *Nécessité d'un minimum pour chaque espèce.*

Le *Sinapis alba* a germé sous 0°. Peut-être cette espèce aurait pu germer à une température un peu inférieure encore pourvu que l'eau fût liquide ; mais ce

[1] De la germination. Br. in 8°. Paris 1863.

genre d'expérience m'a paru trop difficile pour être tenté [1].

Le *Lepidium* et le *lin* ont germé sous une moyenne de 1°,8, et n'avaient pas levé sous 0°.

Le *Collomia,* qui ne germe pas sous 3°, germe sous 5°,3.

Les *Nigella, Iberis* et *Trifolium repens,* qui n'avaient pas germé à 5°,3, ont levé à 5°,7.

Le *maïs,* qui n'a pas germé sous 5°,7, a germé sous 9°.

Le *Sesamum,* qui n'a pas levé sous 9°, a germé sous 13°.

Enfin les graines de *melon,* qui ne germaient pas sous 13°, ont germé sous 17°.

Des graines de *cotonnier,* ayant au moins deux ans, que j'avais cru hors d'état de lever, parce qu'elles avaient résisté dans une expérience préalable à 18° pendant plusieurs jours, ont levé sur un poële dont la température variait beaucoup, mais atteignait par moments 40°.

Lefébure avait constaté pour les graines de *rave,* mises dans un sol humide, le minimum de 5° à 6° C. MM. Edwards et Colin disent avoir fait germer du blé d'hiver, de l'orge et du seigle à 7° C., mais ils ne prétendent pas que ce soit le minimum, et il est bien probable que l'orge tout au moins germerait à un degré inférieur en prolongeant l'expérience.

Les espèces demandent donc pour germer un minimum déterminé. Assurément les usages de l'agriculture le fai-

[1] Les physiciens peuvent maintenir l'eau à l'état liquide au-dessous de 0°, comme le montrent les belles expériences de M. L. Dufour ; mais ce qui est à peu près impossible, c'est de prolonger cet état de choses, tout en donnant à des graines l'oxygène nécessaire à la germination.

saient penser, mais on ne savait pas si les graines semées trop tôt au printemps sont seulement retardées, ralenties, dans leur germination, ou si leur développement est absolument impossible. L'expérience montre que dans ce cas la germination est empêchée. Elle prouve aussi combien il est nécessaire, dans les calculs sur la température à l'égard des végétaux, de s'appuier sur des faits déduits de températures constantes et prolongées [1], ensuite de considérer certaines températures comme inutiles à chaque espèce, du moins en ce qui concerne la germination. Il ne manque assurément pas de faits d'après lesquels il en est de même pour la foliaison, la floraison et la maturation, seulement ces faits sont moins précis.

Dans mes expériences, les espèces qui demandent les minima les plus élevés sont toutes des pays chauds. Elles sont exclues par cette cause des pays froids, car, si elles y germaient, ce serait trop tard au printemps, et elles ne pourraient plus arriver à mûrir leurs graines avant l'hiver. Parmi les espèces qui lèvent sous de basses températures, il en existe qui sont de pays tempérés. Elles n'avancent pas jusque dans les régions polaires, soit par des causes étrangères aux faits de la germination, soit parce que germant trop tôt les parties herbacées sont saisies par le froid.

3° *Existence d'un maximum.*

Lorsque la température se maintient sous un certain degré un peu haut, telle ou telle graine ne peut plus ger-

[1] M. H. Hoffmann (*Witterung und Wachsthum*, etc., 1857, p. 525 et ailleurs) doute qu'il existe un minimum propre à chaque espèce, mais il né s'est servi absolument que d'expériences sous des températures variables, dont il considère les moyennes comme égales à une température constante.

mer. Ainsi, dans mes expériences, les graines de *Nigella* et de *Collomia* n'ont pas levé quand la moyenne a dépassé 28°. La plupart des graines de *Trifolium repens* n'ont pas germé à 28°, d'où l'on peut supposer qu'à 30° environ aucune n'aurait levé. Le maïs doit cesser vers 35°, car à 40° les graines deviennent brunes et comme brûlées. Cependant une de ces graines brunies par l'effet de 50° à 57° de chaleur, a germé le onzième jour, après que l'expérience ayant été abandonnée, la température s'était abaissée à 18° ou 20°. Les graines de melon et surtout de sésame supportent 40°, mais elles prennent une teinte brune qui indique certaine altération, et il est probable que vers 42°, pour l'une, et 45° pour l'autre la germination devient ordinairement impossible. Toutefois, des graines de sésame et de melon ayant reçu jusqu'à 45° et ayant été abandonnées ensuite à 18°-20°, ont levé partiellement.

La limite, comme je le disais tout à l'heure, dépend beaucoup de l'humidité. Immergées longtemps dans de l'eau à 50° et même 45° [1], plusieurs de ces graines souffriraient; dans de la terre humide, elles peuvent encore germer, et, comme la quantité d'humidité est très-variable, que d'ailleurs mes expériences ne permettaient pas d'observer, sous chaque degré de température élevée, pendant un temps un peu long, je n'ai pas cherché à obtenir une plus grande exactitude.

[1] Aucune des graines de légumineuses et de graminées soumises aux expériences de MM. Edwards et Colin, n'ont pu germer après une immersion d'un quart d'heure dans de l'eau à 50°. D'après les expériences de M. F. Burckhardt des graines de *Lepidium* et de *lin* ont pu germer après une immersion d'une demi-heure dans de l'eau à 50° (49°,6 à 51°,4), mais non après la même durée d'immersion dans de l'eau à 60° (57° à 62°).

Lefébure avait constaté pour les graines de rave, semées dans de la terre humide, le maximum de 38° C. MM. Edwards et Colin avaient trouvé que, dans du sable légèrement humide, des graines de blé d'hiver, de blé de mars, d'orge, de seigle, d'avoine soumises à 40° C. avaient parfaitement levé, qu'à 45° une partie seulement levait, et à 50° aucune.

4° *Amplitude entre le minimum et le maximum.*

Si l'on appelle *amplitude* le nombre de degrés compris entre le minimum nécessaire pour la germination d'une espèce et le maximum au delà duquel le phénomène est impossible, on trouve des différences d'une espèce à l'autre.

Ainsi les *Collomia* et *Nigella* ont 23° d'amplitude, le maïs 26 ou 27, le melon 24 ou 25, le sésame environ 30, le *Sinapis* près de 40°. Le maximum étant variable suivant l'humidité, il ne faut pas attacher une grande valeur à ces chiffres.

Évidemment une amplitude courte est une cause défavorable à l'extension géographique d'une espèce et à sa culture.

5° *Différences entre des graines de même espèce et origine.*

Les physiciens reprochent quelquefois aux naturalistes de négliger la méthode expérimentale pour suivre constamment celle de l'observation. Voici un exemple qui justifie les naturalistes.

Rien n'est plus facile à soumettre aux expériences que des graines ; rien ne paraît plus homogène, plus comparable, dans une même espèce. Et cependant des graines puisées à la même provision, conservées de la même

manière, semées ensemble, germent successivement [1]. Le fait est fréquent; je l'ai vu maintes fois dans mes expériences. Les agriculteurs le connaissent bien. Il y a des familles, par exemple les légumineuses, qui le présentent, comme je le disais tout à l'heure, à un degré fort incommode. C'est que les graines d'une même récolte, d'une même plante, d'une même capsule, ne sont identiques ni physiquement ni chimiquement. Leur organisation est très-compliquée, et leur évolution très-compliquée aussi, quoique d'autres faits physiologiques le soient davantage. Les physiciens raisonnent sur des corps homogènes ; les naturalistes sur des corps hétérogènes. Un métal se fond à une température bien constante, parce qu'il est composé de parties semblables. Un corps organisé ne présente jamais cette complète similitude de toutes les parties d'un même organe. De là moins d'exactitude dans les expériences et nécessité presque habituelle de comparer beaucoup de faits, c'est-à-dire d'observer.

Il a fallu, dans mes expériences, noter une, deux, plusieurs graines germant successivement, sur dix ou vingt, et j'ai appelé germination, assez arbitrairement, la seconde ou troisième apparition de radicule parmi les graines.

Si la température est très-favorable, la germination de plusieurs graines arrive simultanément. Près du maximum et surtout du minimum, les graines germent plus irrégulièrement, et un plus grand nombre ne germent pas.

6° *Influence de l'albumen.*

La structure de chaque espèce de graines, en particulier l'absence ou la présence de l'albumen, et sa nature

[1] Voyez *Cohn. Symbola ad seminis physiologiam*, in-8°. Berlin 1847.

lorsqu'il existe, doivent exercer une certaine influence pour accélérer ou retarder l'effet du calorique. Mais le petit nombre des espèces que j'ai expérimentées ne m'a pas permis de le constater suffisamment.

Six des espèces observées n'ont point d'albumen, savoir : les trois crucifères, les *Cucumis*, *Trifolium* et *Sesamum* ; les quatre autres, savoir : *Nigella*, *Linum*, *Collomia* et *Zea Maïs* ont un albumen. Celui du maïs est considérable ; celui du lin, au contraire, très-mince.

Les trois espèces à albumen plus ou moins considérable se trouvent exiger un minimum de 5° et quelquefois plus, pour germer. Les *Sinapis*, *Lepidium*, *Linum*, qui germent sous des températures très-basses, n'ont pas d'albumen ou en ont très-peu. D'un autre côté, il est frappant de voir les graines de *Sesamum*, qui ressemblent beaucoup à celles des crucifères pour l'absence de l'albumen, la texture et la grosseur, demander 10° à 12° pour germer.

La température de 17° à 18° est favorable à toutes ces graines. Or la germination sous cette température a eu lieu dans l'ordre suivant : *Lepidium*, *Sinapis*, *Trifolium*, *Sesamum* et *Linum*, *Iberis*, *Maïs*, *Collomia*, *Nigella*, *Melon*, ce qui montre mieux une certaine influence de l'albumen pour retarder. Le melon se trouve, il est vrai, le plus tardif, quoique sans albumen, mais la nature coriace de ses enveloppes doit entraver le développement.

7° *Rapport entre la température et le temps requis pour la germination.*

Toutes les espèces ont offert une marche assez semblable quant à la durée sous des températures diverses.

Près du minimum une augmentation légère de tempé-

rature abrége notablement la durée de la germination. Sous des moyennes plus favorables l'accélération est faible. Enfin, près du maximum, l'intensité de la chaleur devient nuisible et retarde la germination. Celle-ci est impossible sous un degré plus élevé. MM. Edwards et Colin avaient déjà fait cette remarque[1]. Elle saute aux yeux si l'on construit des courbes qui expriment les résultats de mes expériences. (*Voyez la planche ci-jointe.*)

Les degrés du thermomètre centigrade étant marqués sur la ligne verticale, et les jours (de 24 heures) sur la ligne horizontale, j'ai reporté chaque observation par un point indiquant le moment où germaient les graines de chaque espèce, sous chaque température constante. Ces points ont été liés par des lignes droites, qui indiquent, avec un peu d'imagination, ce que seraient des courbes normales, fondées sur des observations plus nombreuses et tout à fait exactes.

On voit aussitôt que mes observations sous 3° à 6° et sous 17° sont peu satisfaisantes, car elles ont donné aux courbes une forme irrégulière. On peut remarquer aussi que le lin a offert plusieurs anomalies, tenant peut-être à une rupture peu régulière du spermoderme pour un certain degré d'évolution de l'embryon.

Abstraction faite de ces irrégularités, la courbe de chaque espèce s'élève d'abord lentement, et la différence d'une espèce à l'autre est assez grande. Ensuite toutes les courbes se rapprochent et deviennent à peu près parallèles à la ligne des températures ; enfin elles divergent et s'éloignent vers le haut.

Il résulte de là que l'ordre *relatif* d'évolution des graines n'est pas le même, suivant qu'on envisage des

[1] *Ann. des Sc. nat.* ser. 2, v. I, p. 270.

températures basses, moyennes ou élevées. Les lignes se croisent, comme les limites d'habitation des espèces, en géographie botanique, et un peu par les mêmes causes.

On a proposé, pour mesurer la température nécessaire aux fonctions végétatives considérées soit une à une, soit dans l'ensemble de la vie d'une plante, d'additionner les degrés du thermomètre, de jour en jour, depuis le commencement jusqu'à la fin soit de la fonction, soit de la vie de l'individu. D'après les calculs de M. Boussingault sur des espèces annuelles cultivées, et ceux que j'ai publiés sur quelques espèces spontanées, on trouve à peu près la même somme de degrés pour l'accomplissement d'une fonction ou de toutes les fonctions de la même espèce. S'il y a eu plus de chaleur, la végétation aura marché plus vite, et réciproquement, de sorte que l'un des chiffres compense à peu près l'autre. Comme la température et le temps sont des éléments absolument différents dans leur essence, que nous les saisissons seulement dans une partie de leur extension infinie et que nous divisons arbitrairement cette partie en degrés et en jours, il n'y a pas de raison à priori pour que les jours de durée compensent exactement les degrés. Si cela arrive, c'est un fait, d'abord soupçonné, puis constaté, voilà tout. La question est de savoir jusqu'à quel point cette loi, de sa nature empirique, est fondée en réalité, et il y a, comme je le disais en commençant, un certain intérêt à s'en assurer par des observations directes, pour une fonction moins compliquée que d'autres, où la chaleur influe sans la lumière.

Le calcul peut être fait de deux manières : ou en additionnant tous les degrés au-dessus de zéro ou en re-

tranchant les degrés inutiles à l'espèce, dans la fonction dont il s'agit, puis en additionnant les autres degrés, jusqu'au moment où la fonction est accomplie. Ce dernier mode paraît *à priori* plus logique, mais l'ignorance où l'on est presque toujours sur les minima empêche de l'employer. Voici les chiffres quant aux germinations observées. Je citerai seulement trois espèces, les autres présentant des faits analogues.

Le *Trifolium repens*[1] à 5°,7 demande 10 jours (de 24 heures) pour germer. Dix fois 5°,7 donne le chiffre de 57, mais il a été constaté que sous 5°,5 l'espèce ne germe plus; donc la température vraiment utile serait seulement 0°,2 pendant 10 jours, ce qui produit un chiffre total de 2° seulement. Des calculs semblables étant faits sur les germinations du Trifolium observées à 9°, 13°, 17°, etc., on obtient :

Temp.		Jours.	En calculant au-dessus de 0°.	En retranchant le minimum 5°,5.
5°,7	×	10 =	.... 57	2
9,2		5	.... 46	18
13,2		3	.... 39	23
17,0		2,6	.... 44	30
21,1		1,75	.... 37	27
25,0		1,75	.... 44	34
28,0		3	.... 84	67

Dans l'une et l'autre manière de calculer, le premier et le dernier chiffre font disparate avec les autres, c'est-à-dire que près du minimum et près du maximum les rapports entre la température et la durée de la germination s'éloignent de l'ordinaire, en d'autres termes

[1] Cette espèce n'a pas été marquée sur la planche, afin de ne pas compliquer. Elle marche parallèlement au lin dans les degrés inférieurs; ensuite, de 21° à 25°, elle est presque identique avec le maïs, et s'en éloigne plus haut.

que la germination est alors plus difficile et qu'elle en devient extrêmement lente. Sous les autres conditions de température les chiffres ne présentent pas plus de diversité qu'on ne peut en admettre dans des faits physiologiques où tant de causes influent et où des erreurs d'observation se glissent inévitablement. Contrairement à ce que j'avais snpposé les chiffres sont, dans le cas actuel, plus divers entre eux si on retranche les températures inutiles, que si on ne les retranche pas.

Le *Lepidium* qui demande environ 1° pour pouvoir germer, donne les chiffres suivants[1] :

Temp.	Jours.	En calculant au-dessus de 0°.	En calculant au-dessus de +1°.
1°,65 ×	30 =	 49	 19
3,0	11	 33	 22
5,7	5	 28	 23
9,2	3	 28	 25
13,2	1,75	 23	 21
17,0	1,50	 25	 24
21,1	1,58	... 33	 32
28,0	1,6	 44	 43

Citons encore le *Sesamum* qui exige un minimum très-élevé, de 10 à 12° (supposons 11°) :

Temp.	Jours.	En calculant au-dessus de 0°.	En calculant au-dessus de 11°.
12°,6 ×	9 =	 113	 14
16,9	3	 51	 17
21,1	1,4	 29	 14
24,6	0,94	 23	 13
28,0	0,92	 25	 15
40,7	0,44	 18	 13

[1] M. Burckhard, a trouvé des chiffres plus élevés, mais il appelle germination une phase de développement plus avancée, celle où les cotylédons s'étalent.

Dans ces deux exemples, surtout dans le dernier, les chiffres deviennent beaucoup plus égaux en retranchant les degrés de température au-dessous du minimum. Vraisemblablement cette correction est d'autant plus nécessaire que le minimum est plus élevé.

Abstraction faite dans ces trois calculs des chiffres du commencement et de la fin, qui sont souvent en désaccord avec les autres, la germination s'opère, dans des espèces très-différentes, sous l'empire de conditions de temps et de température assez semblables, car les chiffres sont compris entre 14 et 34 lorsqu'on déduit les minima. Ils sont un peu plus faibles pour l'espèce qui demande le plus de chaleur initiale, mais dans une proportion peu importante.

En définitive, la méthode des sommes de température s'applique médiocrement aux faits de germination. Ce qu'il y a d'essentiel à connaître pour chaque espèce, à l'égard de cette fonction, c'est le minimum nécessaire. Le reste diffère peu d'une plante à l'autre, et il est aisé de prévoir les effets d'une augmentation de température, une fois la germination possible, sans recourir à des calculs ou à des observations directes pour chaque espèce.

Il n'en est peut-être pas de même dans les autres fonctions, ni dans l'ensemble des fonctions depuis la germination jusqu'à la maturation. Ce serait une chose à démontrer par expérience. Malheureusement, je ne connais aucun moyen de faire développer régulièrement une plante phanérogame, sous une certaine température, *sans lumière*. Il faudrait au moins pouvoir donner à une espèce une lumière égale et de nature semblable, pendant plusieurs semaines. Avec le progrès des connaissances on y parviendra tôt ou tard, mais jusque là nos

calculs sur les sommes de chaleur en géographie botanique, en agriculture et horticulture seront entachés d'hypothèses et de causes multiples d'inexactitude[1].

8°. *Températures variables.*

Je n'ai pas encore fait d'expérience sur la germination sous des températures variables. Je me suis même efforcé de maintenir des températures plus constantes que ne l'avait fait M. Burckhardt, afin d'éliminer autant que possible les erreurs provenant peut-être des variations.

On peut augurer de l'existence démontrée d'un minimum, qu'une température moyenne ne fait pas le même effet que la même température constante, à moins peut-être qu'il ne s'agisse d'une moyenne calculée au-dessus du minimum nécessaire à l'espèce et au-dessous du degré où la chaleur lui devient nuisible. En défalquant les degrés inutiles et défavorables, il est possible que les moyennes agissent comme une température semblable constante. Je vois cependant un motif pour en douter. C'est que les températures trop basses pour la germination d'une espèce ne le sont probablement pas en ce qui concerne tel ou tel détail particulier de la fonction de la germination. Les basses températures m'ont paru nuisibles à l'absorption de l'eau par la surface des graines ; cependant il pourrait y avoir un

[1] Si les autres fonctions se comportent comme la germination, il faudrait se défier des chiffres calculés sur l'extrême limite des espèces. On voit en effet que près du point où la végétation est arrêtée il faut beaucoup plus de temps pour compenser le manque de chaleur. Les chiffres calculés près des limites ne seraient bons que pour être comparés entre eux, et il ne faudrait pas appliquer avec confiance des chiffres tirés du milieu d'une habitation pour exprimer les conditions nécessaires sur les limites.

peu d'absorption, laquelle profiterait ensuite lorsque la température s'élève momentanément. De même pour d'autres phénomènes intérieurs de la graine. Chacun d'eux est une fonction dans l'évolution générale de la germination, et chacun a son minimum et son maximum. Rien n'est simple dans la nature, même dans ce qui paraît relativement très-simple.

9°. *Analogie entre les graines et les œufs.*

Quelques naturalistes n'ont pas craint d'affirmer une sorte d'identité de la graine et de l'œuf. Il y a cependant, au point de vue physiologique, cette grande différence que l'embryon est presque complétement stationnaire et inerte dans l'intérieur de la graine, tandis que les influences atmosphériques agissent sur l'animal contenu dans l'œuf et doivent agir pour que l'animal ne périsse pas. L'œuf ne cesse pas de dégager du gaz acide carbonique et d'évaporer. Il a besoin par conséquent d'air, tandis que la graine peut s'en passer.

Du reste, à toutes les ressemblances qui existent, il faut ajouter celle-ci : que les zoologistes se sont contentés jusqu'à présent, comme les botanistes, de notions assez vagues sur les effets de la température à l'égard des germes. Si j'ai été bien renseigné, et je me suis adressé à de bonnes autorités, il n'a pas été fait d'expériences exactes et un peu variées sur l'éclosion à des degrés déterminés du thermomètre. Il y a cependant un mémoire sur l'éducation des vers à soie, par MM. Millet et Robinet et Mme Millet, qui donne des renseignements précis sur une espèce. « Pour obtenir l'éclosion des vers à soie, disent ces auteurs, il faut que les œufs aient été soumis à une température de +9°C. Le nombre de degrés nécessaire pour déterminer l'éclo-

sion décroît en même temps que le nombre de jours employés pour les produire. En d'autres termes, si l'on veut répartir entre 50 jours d'un côté et 100 de l'autre le nombre de degrés de chaleur, ce nombre se trouve plus que suffisant dans le premier cas, et l'éclosion a lieu avant l'emploi de toute la chaleur, ou bien encore une température de 20° pendant 10 jours, ce qui fait 200°, a plus d'influence sur le développement du ver qu'une température de 10° pendant 20 jours, ce qui fait cependant aussi 200°. Les 200° sont insuffisants dans le dernier cas et surabondants dans le premier. »

On voit ici l'influence d'un minimum, qui existe pour l'œuf comme pour la graine : si le ver à soie exige 9°, il est évident que des moyennes de 10° lui profitent peu.

10°. Analogie de la germination avec la combustion.

La production de gaz acide carbonique au moyen de l'oxygène de l'air a toujours fait classer la germination, comme la respiration, parmi les phénomènes qu'on peut appeler, d'une manière générale, de combustion. On doit ajouter aussi, comme analogie, la nécessité d'une certaine chaleur initiale pour la germination, seulement dans les graines le minimum de température est bas : la graine de moutarde brûle à 0°.

Quant à la marche plus ou moins rapide de la germination, il faudrait comparer la graine à un combustible qui est atteint lentement et successivement à l'intérieur par l'effet du calorique. Il y a deux enveloppes et souvent un tissu cellulaire gorgé de fécule, autour de l'embryon, ce qui doit retarder évidemment l'influence de la chaleur, comme de l'oxygène et de l'humidité, sur les organes intérieurs.

11°. Nature propre de la germination.

Au premier aperçu tout le monde est disposé à voir dans la germination quelque chose d'extraordinaire, d'inexplicable, c'est-à-dire de vital, où la chaleur et l'oxygène ranimeraient la jeune plante, qu'on sait bien cependant n'être pas morte. Je crains qu'il ne faille laisser ce genre de considérations aux poëtes, car plus on étudie la germination plus il semble qu'elle se compose de phénomènes uniquement physiques et chimiques.

Je n'ai pas examiné, il est vrai, les modifications du tissu des graines sous les diverses températures auxquelles je les ai soumises. C'est une recherche dont l'intérêt serait grand et qu'il faudrait scruter, au moyen du microscope, avec autant de soin que l'a fait M. Arthur Gris dans ses travaux récents sur l'anatomie des graines qui commencent à germer. On aimerait savoir quelles altérations subissent les graines au-dessous de leur minimum de germination, au-dessus de leur maximum, et même dans les degrés intermédiaires qui favorisent plus ou moins chaque fonction partielle dont l'ensemble constitue la germination. L'apparence extérieure indique, il est vrai, une partie des phénomènes. Au-dessous du minimum les graines maintenues dans un milieu humide et ne pouvant pas germer, pourrissent lentement; au-dessus de 45 à 50° elles commencent à se carboniser. Il est aisé de comprendre que ces altérations extérieures gagnent le tissu interne, les dépôts de matières dans les cellules et même l'embryon. Ainsi la jeune plante dans la graine se trouve comme un prisonnier resserré dans un étroit espace. Les causes physiques et chimiques éloignent les parois de la prison, les rendent flexibles, pénétrables, et transforment quelquefois des matières encombrantes en

matières liquides, nutritives. Si ces opérations physiques et chimiques n'ont pas lieu trop lentement ou trop brusquement, si elles ne dérivent pas vers une fermentation putride ou vers la carbonisation des tissus, si les matériaux de l'albumen ou des cotylédons se résolvent à propos et convenablement, la jeune plante grandit. Sa nutrition avait été entravée, presque suspendue ; elle ne l'est plus. Voilà tout le secret. Ce phénomène paraît donc plus facile à comprendre d'après les lois ordinaires de la matière que beaucoup d'autres de la vie végétale et animale, quoique sans doute il soit encore très-compliqué et en partie mal connu.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

G. MAGNUS. SUR LES PROPRIÉTÉS DIFFÉRENTES DE LA CHALEUR ÉMISE PAR DES SURFACES POLIES ET RABOTEUSES. (*Annales de Poggendorff*, vol. CXXIV, et *Philosophical Magazine*, août 1865.)

Leslie a le premier démontré que les métaux à surface raboteuse émettent une plus grande quantité de chaleur que lorsque cette surface est brillante et polie, mais la différence entre le rayonnement, à température constante, d'un seul et même corps muni de surfaces différentes, a été jusqu'ici très-peu étudiée. Melloni et Knoblauch ont montré que l'accroissement dans le rayonnement n'est pas dû, comme on aurait pu le croire, à la quantité de points différents que présente une substance dépolie, mais bien plutôt à la diminution de densité que subit le plus souvent cette substance lorsqu'elle est rendue raboteuse. L'auteur lui-même a eu récemment l'occasion de confirmer ce que d'autres physiciens avaient déjà remarqué, savoir, que l'accroissement dans le rayonnement doit être attribué à l'une et à l'autre de ces causes; ou en d'autres termes, à l'état de plus grande subdivision de la surface raboteuse tout autant qu'à la diminution de densité qui en est la conséquence.

M. Magnus, dans les nouvelles recherches qu'il vient d'entreprendre à ce sujet, s'est posé la question suivante : Le rayonnement plus abondant des surfaces raboteuses dépend-il du fait que, dans ce cas, la chaleur est émise par un plus grand nombre

de points différents, ou bien de ce que l'intensité de chaque rayon individuel est plus considérable ? En d'autres termes, l'amplitude d'oscillation des particules est-elle plus grande chez les corps à surface raboteuse? Les rayons émis par les deux espèces de surfaces sont-ils de même couleur calorique ou de couleur différente ? Une observation communiquée par l'auteur en août 1864 à l'Académie de Berlin, d'après laquelle un fil de platine, chauffé à la flamme d'une lampe à gaz de Bunsen, rayonnerait deux fois plus de chaleur que lorsque ce fil est recouvert d'éponge de platine, lui a fourni un point de départ pour arriver à la solution de ces questions.

De la transmission à travers différents milieux de la chaleur émise par du platine à surface polie et raboteuse. — Il est évident que si les rayons de chaleur émis par l'une et l'autre surface étaient de même longueur d'onde et de même intensité, la chaleur plus grande provenant de la surface raboteuse ne pourrait être attribuée qu'à l'existence d'un plus grand nombre de particules par lesquelles les rayons auraient pu s'échapper. Dans ce cas, si les rayons en question étaient transmis à travers des milieux de qualité différente, la quantité de chaleur absorbée resterait toujours dans la même proportion relative. Si, au contraire, les rayons émis par la surface raboteuse avaient une longueur d'onde différente des rayons émis par la surface polie, on serait fondé à en conclure que, parmi les milieux différents au travers desquels ils pourraient être transmis, il s'en trouverait probablement qui seraient de nature à absorber une plus grande proportion de ces nouveaux rayons que des premiers. La question revient donc à examiner et à comparer les phénomènes qui accompagnent la transmission au travers de milieux différents des rayons émis par les deux espèces de surface.

Il était indispensable pour la réussite de ces expériences que les deux surfaces employées eussent exactement la même étendue. Pour s'en assurer, deux disques circulaires de 10 millimètres de diamètre ont été détachés, au moyen d'un emporte-pièce, d'une

même feuille de platine de l'épaisseur de 0,3 millimètre. Chacun de ces disques est fixé, par le moyen de trois fils de platine très-fins, à un support construit de façon à ce qu'ils puissent être transportés, l'un après l'autre, dans la même portion de la flamme, maintenue très-constante, d'une lampe à gaz de Bunsen. Le disque de platine ainsi chauffé est placé parallèlement à la surface antérieure de la pile thermo-électrique, à une distance de 280 millimètres, et de manière que le centre du disque se trouve précisément en ligne droite avec l'axe de la pile. Entre deux est placé un écran muni d'un diaphragme d'un diamètre égal à celui du disque, au travers duquel les rayons doivent passer pour arriver à la surface de la pile. Pour s'assurer que les rayons perpendiculaires puissent seuls tomber sur cette surface, l'auteur place, à une petite distance de la pile, un second écran muni d'une ouverture de même diamètre que la surface de celle-ci. La pile elle-même est placée dans une grande caisse en carton n'ayant d'autre ouverture que celle du diaphragme mentionné ci-dessus. Sa surface antérieure a la forme d'un carré, dont le côté, long de 15 millimètres, ne dépasse que légèrement le diamètre du disque. La surface postérieure de la pile reste garnie de son couvercle en laiton, et, pour la mettre encore mieux à l'abri de tout changement de température, on l'entoure d'une couche épaisse de coton de laine. Toutes les précautions étaient d'ailleurs prises pour maintenir invariable la température de la chambre dans laquelle les expériences avaient lieu.

L'auteur substitua à son galvanomètre à deux miroirs d'acier presque astatiques, décrit dans un mémoire précédent [1], un galvanomètre beaucoup plus sensible d'une construction différente, muni de deux aiguilles aimantées et d'un miroir en verre argenté, et ajusté au-dessous des aiguilles au moyen du prolongement de la petite tringle qui les réunit. On a commencé par soumettre à l'expérience les deux disques de platine, ayant l'un et l'autre une surface polie, afin de reconnaître si dans ces con-

[1] Voyez *Philosophical Magazine*, volume XXVI, page 23.

ditions ils envoyaient à la pile des quantités de chaleur égales. Lorsque cela était le cas, il devenait évident qu'ils occupaient l'un et l'autre la même position, qu'ils étaient convenablement ajustés, et que la flamme restait constante. On a appliqué alors sur l'un des deux disques une couche uniforme d'éponge de platine, laquelle a pour effet, comme on le sait déjà, de doubler le pouvoir émissif. Des plaques de substances différentes ayant été ensuite interposées entre la source de chaleur et la pile, en les ajustant en face du diaphragme déjà mentionné, on a noté avec soin les déviations du galvanomètre dues aux rayons transmis à travers chacune de ces substances, soit dans le cas du disque poli, soit dans celui où il était recouvert d'éponge de platine, disque auquel l'auteur, pour abréger, a donné le nom de disque *platinisé.* Les substances, qui ont été successivement interposées, étaient le sel gemme, le spath calcaire, la topaze enfumée (smoky topaz), l'agathe, le plate-glass et le flint-glass, chaque disque ayant une épaisseur de 6 à 7 millimètres. On a soumis à la même épreuve des disques de verre rouge, orangé, vert, bleu et violet, et aussi du verre blanc, soit poli, soit à l'état dépoli, de l'épaisseur d'environ 2 millimètres. Le résultat de ces expériences a été, que dans un assez grand nombre de cas la proportion des rayons de chaleur absorbée, par suite de l'interposition successive des plaques de substances différentes, s'est trouvée la même pour l'une et l'autre source calorifique ; de sorte que si l'on désigne par I la déviation du galvanomètre due à la radiation directe du disque de platine poli, et par i cette déviation lorsque la radiation du disque poli était interceptée par l'une des substances mentionnées ci-dessus ; si de plus, l'on représente par I et i' les déviations correspondantes lorsque on employait comme source de chaleur le disque platinisé, on aura $\frac{i}{I} = \frac{i'}{I'}$ Dans plusieurs cas, cependant, $\frac{i}{I}$ a été trouvé plus grand que $\frac{i'}{I'}$, mais la différence n'a jamais été considérable, sauf dans un seul cas, celui de l'alun. En effet, lorsqu'on interposait une plaque de cette

dernière substance, la proportion des rayons interceptés a été complétement modifiée, à tel point que dans ce cas, la quantité totale de chaleur provenant du disque platinisé n'a pas sensiblement dépassé celle émise par le disque à surface polie. Le même résultat a été obtenu en faisant varier l'épaisseur des plaques d'alun depuis 1,5 millimètre à 9,5 millimètres. Toujours $\frac{i}{I}$ s'est trouvé plus grand que $\frac{i'}{I'}$, et quoique la quantité totale de chaleur transmise variât beaucoup suivant l'épaisseur de la plaque interposé, celle provenant de chacun des deux disques de platine restait sensiblement identique. Il en a été à peu près de même en substituant à des plaques d'alun des plaques de copal d'épaisseur différente ; $\frac{i}{I}$ différait toujours beaucoup de $\frac{i'}{I'}$; seulement dans ce cas, les quantités absolues de chaleur provenant du disque poli et du disque platinisé n'étaient pas aussi rapprochées de l'égalité que dans le cas de l'alun.

Puisque, dans le cas de l'alun et du copal, la proportion de chaleur provenant des deux disques incandescents, et qui est absorbée par les plaques interposées, n'est pas la même, il faut en conclure, ou que le disque platinisé émet des rayons de couleur différente de ceux émis par le disque poli, ou bien que l'accroissement dans l'intensité de la radiation dû à la platinisation n'affecte pas toutes les couleurs dans la même proportion ; ou bien, enfin, que l'un et l'autre de ces effets sont produits simultanément, et que, non-seulement il y a émission de rayons de chaleur de couleur nouvelle, mais aussi que l'intensité de quelques-uns des rayons émis par le disque poli est accrue plus que celle d'autres rayons, par l'effet de la platinisation. Lequel de ces effets est celui qui est réellement produit ne peut être décidé par des expériences de la nature de celles qui précèdent. En admettant qu'il ne se produit pas de rayons d'une longueur d'onde différente de ceux qui existent déjà, on pourrait induire du fait que l'alun transmet des quantités à peu près égales de chaleur provenant de l'une et de

l'autre source, que l'intensité des rayons capables de traverser l'alun n'est que peu ou point accrue, et partant, que cet accroissement d'intensité a lieu principalement pour les rayons d'autre couleur.

Observations prismatiques. — M. Magnus a recours ensuite à l'analyse prismatique, dans l'espoir de jeter encore quelque jour sur ce sujet. Il s'est servi dans ce but de prismes de sel gemme, et dans quelques cas, de lentilles de cette même substance, afin d'obtenir une séparation encore plus complète des rayons. Comme source de chaleur, il a employé des petites bandes de platine longues de 33 millimètres et larges de 3 millimètres, fixées verticalement, comme l'avaient été les disques, dans un appareil destiné à les placer successivement dans la même portion de la flamme d'une lampe à gaz de Bunsen. Pour faire en sorte que les rayons tombassent perpendiculairement sur le prisme, plusieurs diaphragmes ont été disposés les uns derrière les autres. Le premier était placé à une distance de 60 millimètres de la bande incandescente, sur le côté d'une grande caisse d'un mètre de long sur un demi-mètre de haut, et de largeur égale ; la longueur de ce diaphragme était égale à celle de la bande de platine et sa largeur un peu moindre. Un second diaphragme de même grandeur était ajusté dans l'intérieur de la caisse à une distance de 100 millimètres du premier, et immédiatement en arrière de ce diaphragme se trouvait le prisme de sel gemme. Une pile thermo-électrique linéaire, munie d'une fente large seulement de 0,5 millimètre, était destinée à examiner les différentes parties du spectre produit.

Après avoir d'abord éloigné le prisme, l'auteur commence par recevoir sur un écran blanc les rayons lumineux provenant de la bande incandescente, et qui ont passé par les deux diaphragmes. Il a pu s'assurer par ce moyen que la bande incandescente et les deux diaphragmes se trouvaient dans le même plan, et aussi en faisant l'épreuve des deux bandes l'une après l'autre, qu'elles occupaient bien exactement la même position. On ramène alors à

sa place le prisme, et on détermine l'effet calorifique produit sur les différentes parties du spectre au moyen de la pile thermo électrique, dont on peut faire varier la position au moyen d'un mécanisme particulier pratiqué dans le côté de la caisse. Après avoir vérifié que l'effet des deux bandes incandescentes était identique, lorsque celles-ci avaient l'une et l'autre une surface polie, on recouvre l'une d'elles d'éponge de platine, et l'on observe de nouveau les effets calorifiques produits sur les différentes portions du spectre, la pile étant maintenue dans la même position que précédemment. Pour plus de clarté, l'auteur a combiné graphiquement sous la forme de courbes les résultats obtenus, de telle sorte que les coordonnées et les abscisses de ces courbes représentassent la distribution de la chaleur dans le spectre, soit pour le cas du disque poli, soit pour celui du disque platinisé. Dans une seconde série d'expériences, et afin d'obtenir une séparation encore plus complète des rayons de couleur différente, M. Magnus a ajouté à l'appareil précédent une lentille en sel gemme, placée dans l'intérieur de la caisse et éloignée de la fente pratiquée dans le côté de celle-ci d'un espace égal à sa distance focale, de façon à rendre parallèles les rayons incidents sur le prisme placé derrière elle. En arrière de ce prisme était une seconde lentille, au foyer de laquelle se formait le spectre dont la portion colorée visible n'était large que de 4 à 5 millimètres. Pour en étudier les différentes parties, l'auteur s'est servi de la pile linéaire munie d'une fente de 0,5 millimètre, en représentant, comme précédemment, les résultats obtenus sous la forme de courbes.

Conclusions. — Un examen attentif de ces différentes courbes indique que le maximum de l'effet calorifique tombe sur la partie obscure du spectre, c'est-à-dire, au delà du rouge, et pour toutes les courbes à peu près au même point. Ce maximum est environ deux fois plus grand dans le cas du disque platinisé que dans celui du disque poli. Dans tous les cas, l'accroissement de radiation provenant du disque platinisé a lieu principalement dans la

partie non lumineuse du spectre ; dans la partie colorée de celui-ci, la chaleur due à la bande platinisée ne dépasse que très-légèrement celle produite par la bande polie. Il s'en suit que les longueurs d'onde, dont l'intensité est accrue par la platinisation sont surtout celles qui se trouvent au delà du rouge. Ces longueurs d'onde sont aussi les plus intenses parmi celles qui sont émises par le platine poli, et même par les corps polis en général. L'auteur, à la suite d'autres détails pour lesquels nous sommes forcés de renvoyer au mémoire original, résume comme suit les conclusions auxquelles il est arrivé : « 1° L'accroissement dans la radiation, à température égale, d'un disque de platine dont la surface a été rendue raboteuse, ne résulte pas d'un accroissement *uniforme* dans l'intensité de tous les rayons qu'émet ce disque. Les rayons dont l'intensité est augmentée dans la plus forte proportion sont ceux qui se trouvent dans la partie rouge du spectre et dans le voisinage de cette partie rouge du côté obscur. 2° Lorsqu'on change la nature de la surface d'un disque de platine de façon à la rendre raboteuse, les amplitudes des oscillations sont modifiées, mais non pas leurs vitesses. »

Une diminution dans l'intensité de la lumière peut accompagner un accroissement de la radiation calorifique. — Il y a lieu de s'étonner au premier abord, ainsi que le remarque l'auteur, que le disque platinisé qui émet presque deux fois autant de chaleur que le disque poli, a paru constamment émettre uue lumière d'une intensité moindre que ce dernier ; de même, le spectre du platine platinisé a paru toujours moins lumineux que celui du platine poli. Il est vrai que, comme soit la masse soit le volume de la bande de platine sont accrus par la platinisation, on pourrait en déduire que sa température devrait être moins élevée ; mais ce qui prouve l'insuffisance de cette explication, c'est que, quand on augmente l'épaisseur de la bande polie, soit d'une manière uniforme, soit sur certaines portions de sa surface seulement, l'intensité de la lumière émise dans ce cas n'est pas inférieure à celle émise par la portion de la surface dont l'épaisseur n'a pas été

changée. De même, la quantité de chaleur rayonnante provenant d'une bande épaisse de platine est la même que celle émise par une bande plus mince. L'auteur a aussi remarqué que si une bande mince de platine, ayant ses deux faces polies, est recouverte sur l'une d'elles d'une couche d'éponge de platine, la face restée polie rayonnera moins de chaleur qu'auparavant, et que, si une bande déjà platinisée sur l'une de ses faces est recouverte sur l'autre d'éponge de platine, la radiation de la première face en sera diminuée. Ce fait ne peut s'expliquer qu'en admettant que la bande, bien qu'elle soit complétement environnée par la flamme, accuse néanmoins, par suite de l'accroissement de son rayonnement, une température un peu moins élevée à sa surface extérieure. Il y aurait là une sorte de transformation de chaleur en lumière, en tant que par suite de l'accroissement du rayonnement, la température de la surface rayonnante diminuerait, et partant, l'intensité de la lumière.

Comparaison des spectres de flammes lumineuses et non lumineuses. — L'auteur a déjà eu l'occasion de remarquer[1], qu'une flamme rendue lumineuse par l'addition d'une petite quantité de soude ne paraît pas émettre une plus grande quantité de chaleur qu'avant d'être devenue lumineuse. Ce fait pourrait, il est vrai, être attribué à une diminution dans l'intensité des rayons calorifiques proportionnée à l'augmentation de l'intensité des rayons lumineux. Pour déterminer avec certitude les rapports entre eux des rayons non lumineux émis par les deux espèces de flamme, M. Magnus a comparé les spectres calorifiques de ces flammes, et les a trouvés sensiblement identiques dans toute leur étendue. Il va sans dire que les précautions nécessaires avaient été prises pour empêcher les rayons provenant de la soude solide ou liquide, ou du fil de platine qui lui sert de support, de tomber sur la pile. Il faut aussi avoir soin que l'étendue de la surface rayonnante soit la même pour les deux espèces de

[1] *Mémoires de l'Académie de Berlin*, 1864, p. 594, et *Philosophical Magazine*, vol. XXIX, p. 59.

flamme. En effet, l'introduction de la soude modifie l'étendue et la forme de la flamme, de telle sorte que si l'on permettait à chacune des deux flammes de rayonner tout entière dans le réflecteur conique de la pile, il arriverait sur ce réflecteur un plus grand nombre de rayons calorifiques de la flamme lumineuse que de la flamme non lumineuse à cause de la plus grande surface de celle-ci, lors même que la quantité de chaleur ne serait pas accrue. La même observation s'applique à une flamme rendue lumineuse par l'addition d'un peu de carbone; dans ce cas aussi les spectres calorifiques de portions égales de la flamme lumineuse et non lumineuse ont paru parfaitement identiques.

Au premier abord, il peut paraître singulier qu'avec une différence si grande dans les pouvoirs éclairants, les propriétés calorifiques ne subissent aucun changement; d'autant plus qu'on n'ignore pas que les particules solides de soude ou de carbone, qui donnent à la flamme ses propriétés lumineuses, rayonnent plus de chaleur que les particules gazeuses. Mais quand on se rappelle qu'il suffit d'un très-petit nombre de particules de ces substances pour communiquer à la flamme l'éclat qu'elle acquiert; que de plus, ces particules se renouvellent sans cesse et qu'elles puisent nécessairement leur chaleur dans la flamme même, on s'étonne moins que la différence entre les quantités de chaleur émises par chacune des deux flammes soit assez faible pour échapper à l'observation. L'accroissement extraordinaire dans le rayonnement de la lumière dû à la présence de ces mêmes particules n'en reste pas moins un fait remarquable.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

P. de Loriol et A. Jaccard. Étude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infracrétacée du Jura et en particulier de Villers-le-lac (*Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, 1865, t. XVIII).

Les roches qui appartiennent au terrain nommé successivement wealdien, purbeckien, dubisien ou marnes de Villars, etc., se

montrent dans toute l'étendue du Jura, sans cependant dépasser la latitude de Bienne ; elles se trouvent placées entre les roches jurassiques et les roches crétacées. Elles renferment, en général, peu de fossiles ; cependant M. Jaccard a pu, avec une patience inouïe, en retirer bon nombre de corps organisés à Villers-le-Lac, vallon arrosé par le Doubs en aval de Morteau. Ce savant s'est chargé de la partie géologique de ce travail, tandis que M. de Loriol en a fait la paléontologie. Le terrain de Purbeck du Jura est constitué de la manière suivante :

1° Le groupe nommé calcaire d'eau douce est au-dessous de l'étage valangien, il est formé d'une couche d'oolite, grenue, schisteuse, de 0m,50. Les feuillets minces sont séparés par des couches marneuses renfermant des corbules et des cérithes. Ce groupe est superposé aux marnes et calcaires avec graines de Chara. Dans les éboulements on peut recueillir des physes, des planorbes, etc. Les roches de cet étage contiennent de petits fragments de calcaire noir.

2° Au-dessous on observe un groupe de marnes à gypse auquel la présence ou l'absence du gypse, ainsi que l'apparence des argiles donne un aspect variable. Il renferme à la partie supérieure un banc de calcaire cloisonné qu'il ne faut pas confondre avec les calcaires celluleux des dolomies portlandiennes. Le gypse ne se voit pas à Villers-le-Lac. Ce banc recouvre 3 mètres de marnes contenant des cristaux de quartz bipyramidés.

3° Le groupe des dolomies portlandiennes est formé de roches diverses et renferme une couche de calcaire blanc avec empreintes de test d'acéphales. Il appartient encore au terrain de Purbeck et repose sur le calcaire portlandien qui comprend ici toutes les couches placées au-dessus de celles caractérisées par l'*Ostrea virgula*, équivalent probable de l'étage kimméridien des Anglais. Ce puissant massif portlandien renferme des poissons, des reptiles, ainsi que la *Trigonia gibbosa*, la *Nerinea subpyramidalis*, etc. Telle est la composition de ce terrain qui est donnée d'une manière bien plus détaillée encore dans diverses coupes relevées par M. Jaccard.

M. de Loriol en décrivant près d'une trentaine d'espèces fossiles de ce terrain, l'a parfaitement caractérisé. M. Forbes, en Angleterre, s'en était occupé ; il en avait nommé quelques-unes, mais il ne les avait ni décrites ni figurées, de sorte qu'on se rendait difficilement compte de ce que ces noms représentaient. Grâce à l'obligeance de MM. Bristow et Osmond Fisher, M. de Loriol a pu se procurer quelques-unes des espèces signalées par Forbes, il les a comparées à celles de Villers-le-Lac, ce qui donne à son travail un grand intérêt. MM. Renevier, Gilliéron et Lory ont également fourni des matériaux à ses descriptions. Les principales espèces appartiennent aux genres Cypris, Bithinia, Cerithium, Corbula, Cyrène, Nucule, Paludine, Physe, Planorbe, Chara, etc.

M. de Loriol résume les recherches faites sur ce grand dépôt d'eau douce qui est venu interrompre la série des formations marines dans une grande partie de l'Europe. Il compare les résultats qu'il a obtenus avec ceux qui ont été fournis par des études analogues faites en Angleterre, en Allemagne et en France. C'est dans le premier de ces pays que, dès 1702, on avait soupçonné la présence de ce terrain. En Allemagne, surtout dans le Hanovre, il a plus de 2000 pieds de puissance et il renferme des argiles bigarrées, des dolomies, des gypses et du sel. En France on l'a retrouvé dans le Boulonnais, la Charente, la Haute-Marne, dans presque toute la chaîne du Jura, etc.

Le mémoire de MM. Jaccard et de Loriol est un utile complément géologique et paléontologique de la série des travaux qui ont été publiés sur ce terrain, trop nombreux pour être rappelés ici. L'un des résultats les plus inattendus de ce mémoire est de faire ranger dans la formation d'eau douce, ce qui avait été nommé jusqu'à présent les dolomies portlandiennes du Jura, roches qui souvent ressemblent aux cargneules triasiques. M. de Loriol termine cette étude par les conclusions suivantes :

« 1° Les dolomies portlandiennes du Jura sont l'équivalent du Plattenkalk du Hanovre, des calcaires à plaquettes des Charentes, des calcaires gris-verdâtres inférieurs et oolithes vacuolaires de

M. Cornuel ; elles n'appartiennent pas au portlandien, et forment la base du groupe purbeckien.

« 2° Les calcaires et marnes d'eau douce de Villers et du Jura sont l'équivalent du « Mündener Mergel » et du « Serpulit » du Hanovre, et des argiles gypsifères de la Charente.

« 3° Il est certain que la formation d'eau douce infracrétacée de Villers et du Jura est l'équivalent des « Purbecks beds » d'Angleterre, dont ils représenteraient la partie moyenne et la partie inférieure.

« 4° Il n'y a aucune discordance de stratification soit entre les couches du Purbeck et les *calcaires marins jurassiques supérieurs,* soit entre les couches du Purbeck et les *premières couches crétacées.*

« Pendant et après le dépôt des couches du portlandien ou de la zone à *Trigonia gibbosa*, une vaste étendue d'eau douce a couvert une partie de l'Europe ; elle a formé des dépôts d'une très-grande puissance en Angleterre, et surtout dans le nord de l'Allemagne où ils atteignent leur maximum, tandis que dans le Jura nous les voyons à leur minimum d'épaisseur. Au Salève ils n'existent déjà plus ; M. Favre et moi les y avons vainement recherchés. En Angleterre et en Allemagne ces dépôts d'eau douce continuèrent à se former, alors que les habitants de la mer avaient entièrement changé, que dans le Jura la riche faune du valangien avait remplacé celle de la mer portlandienne, et que la surface émergée pour un temps était de nouveau recouverte par les flots de l'Océan. »

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

GAETANO GIORGIO GEMELLARO. NERINEE DELLA CIACA DEI DINTORNI DI PALERMO. — Le même. CAPRINELLIDI DELLA ZONA SUPERIORE DELLA CIACA DEI DINTORNI DI PALERMO. Palerme, 1865. 2 brochures, 4°.

M. G.-G. Gemellaro, professeur de géologie à l'université de Palerme, vient de publier deux cahiers contenant la description et la figure de plusieurs espèces nouvelles.

Le calcaire de Palerme, dit *Ciaca*, appartient à la formation crétacée et peut se diviser en deux zones, dont la supérieure est caractérisée par la *Caprina Aguilloni*, d'Orb. (turonien), et l'inférieure par la *Nerinea Lamarmoræ*, Meneghini. Les Caprinellides décrites par M. Gemellaro appartiennent exclusivement au premier de ces étages ; les Nérinées ont été recueillies dans les deux.

L'étage inférieur est particulièrement riche en Nérinées ; l'auteur en décrit 25 espèces, dont 23 nouvelles. Elles sont très-variées dans leurs formes générales et dans les dents de leur bouche. L'étage supérieur a fourni 8 Nérinées, dont 5 nouvelles.

Sous le nom de *Caprinellidi*, M. Gemellaro comprend les *Caprina* (3 espèces dont 2 nouvelles), les *Caprinella* (5 espèces nouvelles), les *Caprotina* (une espèce nouvelle), et un genre nouveau, les *Sphærucaprina* (une espèce nouvelle).

Dans ces deux monographies, les descriptions et les figures nous paraissent claires et bien faites.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1865.

Le 1, 2, 3, 4, forte rosée le matin ; le 2, couronne lunaire dans la soirée.
6, couronne lunaire dans la soirée.
9, brouillard le matin.
11, le soir, éclairs au SO. et à l'Ouest.
13, le soir, éclairs au SE. et à l'Est.
15, toute la soirée éclairs à l'Est et au Sud-Est.
17, brouillard le matin jusqu'un peu après 6 heures.
18, éclairs au SE.
19, première neige de la saison sur le grand Salève, le Môle et le Jura ; sur le grand Salève la neige disparaît dans la journée, sur le Môle et sur le Jura au bout de deux jours.
22, éclairs et tonnerres depuis 5 h. 5 m. du soir à 8 h. 15 m. ; cet orage est accompagné d'une forte pluie qui dure sans interruption pendant 15 heures, dans lesquelles il est tombé $65^{mm},4$.
27, quelques coups de tonnerre du côté du Sud entre 2 h 15 m. et 3 h.
29, il a neigé de nouveau sur les montagnes des environs jusqu'à la hauteur du grand Salève ; sur cette dernière montagne la neige disparaît dans la journée. Couronne lunaire dans la soirée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1, à 4 h. après-m.	724,58
Le 4, à 8 h. matin ...	730,99		
		9, à 5 h. après-m.	714,54
12, à 8 h. matin ...	724,24		
		13, à 5 h. après-m.	718,57
16, à 10 h. matin ...	727,96		
		18, à 8 h. soir....	707,83
21, à 10 h. matin ...	725,26		
		22, à 3 h, après-m.	716,81
26, à 8 h. matin ...	728,60		
		28, à 8 h. 45 matin	712,33
29, à 8 h. matin ...	725,79		
		30, à 4 h. après-m.	718,95

GENÈVE. — OCTOBRE 1865.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Ecart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Ecart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Ecart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minimum	Fract. de saturation en millièmes. Maximum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim.	millim.	o	o	o	o	mm	mm					mm				o		pouces
1	725,96	— 0,61	+13,90	+1,72	+ 8,0	+20,0	8,61	— 0,04	715	— 76	490	970	..	..	SSO. 1	0,14	...	.....	57,7
2	725,97	— 0,57	+14,63	+2,61	+ 8,7	+21,6	8,42	—0,19	695	—128	430	980	..	.	variable	0,40	18,9	+ 3,5	57,3
3	728,77	+ 2,25	+11,39	+2,53	+ 7,0	+21,0	8,36	—0,18	687	—137	510	980	..	..	variable	0,09	18,9	+ 3,6	56,0
4	729,70	+ 3,21	+13,66	+1,96	+ 6,8	+19,4	7,72	—0,75	668	—158	520	950	...	..	N. 1	0,01	18,7	+ 3,5	55,0
5	726,39	— 0,07	+10,20	—1,33	+ 7,4	+14,6	5,03	—3,37	558	—269	480	710	. .	..	N. 1	0,21	18,0	+ 2,9	54,0
6	726,00	— 0,44	+ 9,18	—1,89	+ 4,8	+14,4	6,51	—1,82	736	— 93	600	880	...	..	N. 1	0,49	17,7	+ 2,7	53,0
7	726,02	— 0,40	+10,27	—0,93	+ 3,8	+16,9	7,25	—1,01	770	— 61	550	950	...	.	variable	0,11	17,9	+ 3,1	52,0
8	721,18	— 5,22	+10,40	—0,64	+ 4,8	+14,6	8,91	+0,72	919	+ 87	780	970	3,0	7	S. 1	0,93	...	.....	51,0
9	715,91	—10,44	+11,82	+0,94	+ 9,5	+14,5	9,99	+1,87	959	+125	850	990	6,6	6	variable	1,00	17,8	+ 3,2	50,0
10	717,13	— 9,23	+11,30	+3,59	+11,4	+19,2	8,59	+0,54	719	—116	440	920	...	..	SSO 1	0,62	17,7	+ 3,2	49,0
11	721,06	— 5,28	+13,15	+2,61	+11,6	+16,2	8,78	+0,80	790	— 46	650	820	0,9	4	SSO. 2	0,94	16,1	+ 1,7	47,5
12	723,11	— 2,91	+12,68	+2,31	+ 8,8	+18,8	7,64	—0,26	724	—113	500	920	...	.	SSO. 1	0,27	13,9	— 0,3	46,3
13	719,68	— 6,63	+ 9,99	—0,21	+ 4,5	+14,2	8,03	+0,21	860	+ 22	640	980	..	..	variable	0,72	13,6	— 0,5	45,7
14	723,26	— 3,03	+ 9,46	—0,57	+ 8,6	+11,8	8,24	+0,49	916	+107	880	960	8,6	13	SO. 1	0,91	13,5	— 0,5	45,0
15	726,59	+ 0,31	+ 9,05	—0,81	+ 3,2	+16,1	7,37	—0,30	847	+ 7	630	1000	...	.	SSO. 1	0,49	. .	.....	44,3
16	727,16	+ 0,89	+ 8,67	—1,02	+ 3,8	+14,0	7,24	—0,36	860	+ 19	630	980	...	.	variable	0,11	15,8	+ 2,1	43,7
17	720,38	— 5,88	+ 9,64	+0,12	+ 2,1	+16,9	6,62	—0,90	748	— 94	450	1000	...	..	SSO. 1	0,63	15,7	+ 2,1	42,8
18	710,92	—15,33	+10,85	+1,50	+ 8,7	+14,1	7,42	—0,02	780	— 63	610	900	...	.	N. 1	0,89	15,6	+ 2,1	41,7
19	712,68	—13,56	+ 9,21	+0,03	+ 6,4	+14,7	6,35	—1,02	745	— 99	550	840	9,7	10	SSO. 3	0,82	15,4	+ 2,0	40,5
20	718,84	— 7,39	+10,66	+1,65	+ 8,0	+14,0	6,80	—0,49	715	—129	590	790	0,9	5	SSO. 1	0,92	13,2	0,0	39,5
21	724,29	— 1,93	+11,59	+2,75	+ 7,9	+17,0	7,50	+0,28	748	— 97	470	880	...	..	OSO. 2	0,27	8,9	— 4,2	38,5
22	718,90	— 7,31	+ 9,83	+1,17	+ 6,0	+13,4	8,66	+1,52	947	+102	780	1000	66,6	19	variable	0,94	..	.....	38,3
23	721,05	— 5,16	+ 9,57	+1,08	+ 7,4	+14,6	7,89	+0,83	895	+ 49	710	1000	2,1	3	variable	0,81	12,6	— 0,2	40,0
24	725,85	— 0,36	+10,97	+2,66	+ 9,4	+13,8	7,42	+0,43	775	— 71	650	810	3,7	4	SSO. 2	0,93	12,4	— 0,3	40,0
25	725,01	— 1,19	+12,96	+4,82	+10,3	+17,4	7,18	+0,27	655	—192	490	750	1,0	3	SSO. 2	0,89	12,8	+ 0,2	40,2
26	726,95	+ 0,75	+10,32	+2,36	+ 4,5	+15,0	6,18	—0,65	674	—173	480	860	.	..	SSO. 1	0,52	12,0	— 0,5	40,0
27	716,91	— 9,28	+ 9,63	+1,84	+ 7,3	+13,4	7,34	+0,59	835	— 13	640	900	21,2	14	SSO. 2	0,93	8,0	— 4,3	40,0
28	716,05	—10,14	+ 7,89	+0,27	+ 6,3	+11,0	6,36	—0,31	819	— 29	690	900	6,4	16	SSO. 2	0,93	6,9	— 5,3	40,2
29	725,03	— 1,16	+ 6,16	—1,28	+ 1,6	+10,3	5,50	—1,10	776	— 72	610	920	. .	..	S. 1	0,68	...	....	41,8
30	720,56	— 5,64	+12,08	+4,81	+ 8,2	+17,5	7,17	+0,65	700	—148	440	890	15,3	12	SO. 2	0,83	9,9	— 2,0	42,0
31	722,51	— 3,69	+ 8,30	+1,20	+ 7,0	+11,0	6,83	+0,38	846	— 3	680	910	...	..	N. 1	0,86	9,2	— 2,6	42,5

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1865.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
					Baromètre.				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	724,95	725,18	725,02	724,37	723,63	723,19	723,41	723,96	724,18
2e »	720,38	720,82	720,86	720,42	719,90	719,84	720,20	720,61	720,91
3e »	721,97	722,16	722,31	722,03	721,57	721,80	722,47	722,84	723,00
Mois	722,42	722,70	722,72	722,26	721,69	721,62	722,04	722,48	722,71
					Température.				
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade	+ 8,05	+10,49	+13,58	+15,64	+16,89	+16,69	+14,58	+12,60	+10,97
2e »	+ 7,36	+ 8,77	+11,93	+13,46	+13,95	+13,38	+11,84	+10,26	+ 9,54
3e »	+ 8,41	+ 8,92	+11,33	+12,49	+13,18	+11,93	+10,23	+ 9,85	+ 9,55
Mois	+ 7,95	+ 9,38	+12,25	+13,82	+14,63	+13,93	+12,15	+10,87	+10,01
					Tension de la vapeur.				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	7,27	7,88	8,46	8,32	8,14	8,29	8,21	8,09	7,98
2e »	6,77	7,27	7,72	7,96	7,59	7,73	7,79	7,91	7,48
3e »	7,08	7,21	7,51	7,43	6,97	7,22	7,45	7,15	7,00
Mois	7,04	7,45	7,88	7,89	7,55	7,73	7,81	7,70	7,47
					Fraction de saturation en millièmes.				
1re décade,	896	823	726	631	572	596	670	747	812
2e »	884	864	753	703	646	682	753	845	846
3e »	856	842	754	695	626	699	794	794	796
Mois	878	843	745	677	615	660	741	795	817

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		o	mm	p.
1re décade,	+ 7,22	+17,62	0,40	18,20	9,6	53,50
2e »	+ 6,57	+15,08	0,70	14,76	20,1	43,70
3e »	+ 6,90	+14,04	0,78	10,30	116,3	40,32
Mois	+ 6,90	+15,53	0,63	14,27	146,0	45,66

Dans ce mois, l'air a été calme 2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui 0,29 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 33°,7 O. et son intensité est égale à 55,3 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'OCTOBRE 1865.

Dans la nuit du 19 au 20 le lac s'est entièrement couvert de glace.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4, à 8 h. matin...	569,82	Le 1, à 4 h. après m.	565,78
7, à midi..........	565,67	6, à 6 h. matin..	563,09
12, à 10 h. matin .	562,76	10, à 6 h. matin. .	557,35
16, à 10 h. matin...	564,74	14, à 6 h. matin ..	558,88
21, à 8 h. soir....	564,53	19, à 6 h, matin ..	550,01
26, à midi	564,62	23, à 6 h. matin ..	557,94
29, à 8 h. soir....	563,34	28, à 10 h. matin ..	552,71
		31, à 8 h. matin ..	559,83

SAINT-BERNARD, — OCTOBRE 1865.

Jours du mois.	Baromètre.				Température, C.				Pluie ou neige.			Vent	Clarté
	Hauteur moy. des 24 heures.	Ecart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum	Moyenne des 24 heures.	Ecart avec la température normale.	Minimum.[1]	Maximum.[1]	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures	dominant.	moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	mm	mm			
1	566,24	+ 0,67	565,78	566,76	+ 1,83	+ 0,58	— 0,9	+ 4,0	....	......	.....	SO. 1	0,78
2	566,77	+ 1,28	565,85	567,76	+ 1,66	+ 0,55	+ 0,3	+ 3,5	......	......	.....	SO. 1	0,82
3	568,51	+ 3,10	567,67	569,62	+ 3,17	+ 2,20	+ 1,2	+ 5,6	......	......	.....	variable	0,97
4	568,67	+ 3,35	567,52	569,82	+ 2,23	+ 1,40	0,0	+ 6,3	.....	......	.....	SO. 1	0,43
5	563,59	— 1,65	563,26	564 29	— 1,34	— 2,03	— 3,0	+ 1,2	......	......	......	variable	0,69
6	564,11	— 1,05	563,09	565,14	+ 0,36	— 0,19	— 3,0	+ 3,3	......	......	.....	NE. 1	0,13
7	565,32	+ 0,24	564,98	565,67	+ 3,08	+ 2,68	— 1 3	+ 6,5	...	.....	....	NE. 1	0,00
8	562,75	— 2,25	561 95	563,83	+ 1,48	+ 1 23	— 1,3	+ 3,7	.....	.....	......	SO. 1	0,71
9	559,10	— 5,82	558,04	560,45	— 0,69	— 0,80	— 1,0	— 0,1	50	14,0	9	SO. 1	1,00
10	558,04	— 6,80	557,35	558,81	+ 0,35	+ 0 39	— 1,1	+ 2,9	......	....	......	NE. 1	0,60
11	561,01	— 3,75	559,28	562,50	+ 0 94	+ 1,13	— 0,7	+ 2,5	......	......	....	NE. 1	0,62
12	562,06	— 2,62	561,71	562,76	+ 1,02	+ 1 36	— 0,0	+ 3,5	......	......	....	variable	0,51
13	559,73	— 4,87	559,42	566,34	— 1 67	— 1,18	— 2,3	+ 0,2	80	10,8	7	SO. 1	0,88
14	560,62	— 3,90	558,88	562,11	— 2,10	— 1,47	— 2,7	— 0,6	....	.....	.....	NE. 1	1,00
15	563,38	— 1,06	562,82	563,86	— 3,21	— 2,46	— 4,2	— 0,3	......	....	......	NE. 1	0,50
16	564,30	— 0,06	563,85	564,74	— 1,46	— 0,53	— 4,2	+ 1,7	......	......	......	SO. 1	0,13
17	559,60	— 4,68	558,35	561,25	+ 0,28	+ 1,36	— 3,4	+ 3,9	......	.....	......	calme	0,56
18	554,51	— 9,70	552,66	556,10	— 1,58	— 0,35	— 2,1	— 0,1	.....	....	......	variable	0,93
19	553,41	—10,69	550,01	556,14	— 2,80	— 1,42	— 4,8	— 1,0	4	8,9	11	SO. 2	0,59
20	558,70	— 5,35	557,13	560,01	— 3,89	— 2,36	— 5,8	— 2,1	50	4,2	8	SO. 1	0,79
21	563,56	— 0,41	561,95	564,53	— 1,16	+ 0,52	— 2,7	+ 1,0	......	......	......	SO. 1	0,44
22	562,02	— 1,88	560,23	563,20	— 1,69	+ 0,14	— 4,5	+ 0,1	50	12,4	8	SO. 1	0,99
23	559 52	— 4,31	557,94	560,84	— 0,88	+ 1,10	— 3,0	+ 0,6	......	......	......	NE. 1	0,77
24	563,07	— 0,68	560,91	564,51	+ 0,05	+ 2,18	— 1,7	+ 3,4	80	30,3	7	NE. 1	0,82
25	562,92	— 0,76	562,36	563 84	— 0,45	+ 1,83	— 3,8	+ 2,5	.....	.....	......	NE. 1	0,77
26	564,26	+ 0,65	563,76	564,62	— 0,65	+ 1,78	— 6,8	+ 3,0	......	...	......	NE. 1	0,16
27	556,86	— 6,68	555,40	559,54	— 3,65	— 1,07	— 5,1	— 1,2	200	27,2	14	SO. 1	0,98
28	551,51	— 8,96	552,71	557,36	— 5 10	— 2,38	— 6,8	— 2 4	50	10,0	7	NE. 2	1,00
29	561,74	— 1,66	559,50	563,34	— 4,74	— 1,87	— 10,0	— 0,7	.....	.....	......	SO. 1	0,29
30	562,39	— 0,94	561,94	563,03	— 3,26	— 0,24	— 5,1	— 0,7	......	......	.....	SO. 1	0,59
	560 33	— 2,93	559,83	561,15	— 3,45	— 0,28	— 4,2	— 2,2	100	13,0	9	SO. 1	1,00

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermométrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1865.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	564,31	564,55	564,69	564,46	564,25	564,12	564,20	564,40	564,45
2e »	559,18	559,63	560,10	559,84	559,61	559,66	559,89	560,16	560,16
3e »	560,62	560,95	560,89	561,18	560,87	561,16	561,17	561,43	561,48
Mois	561,35	561,68	561,86	561,80	561,55	561,63	561,73	561,98	562,01

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h.
1re décade,	— 0°,60	+ 0°,29	+ 1°,44	+ 2°,73	+ 3°,26	+ 2°,99	+ 1°,68	+ 1°,02	+ 0°,76
2e »	— 2,36	— 1,91	— 0,94	— 0,21	+ 0,19	— 0,49	— 1,48	— 1,63	— 1,59
3e »	— 3,76	— 3,02	— 1,27	— 0,83	— 0,64	— 0,80	— 2,45	— 2,47	— 2,56
Mois	— 2,29	— 1,59	— 0,29	+ 0,52	+ 0,89	+ 0,52	— 0,80	— 1,07	— 1,18

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	°	°		mm	mm
1re décade,	— 1,01	+ 3,69	0,61	14,0	50
2e »	— 2,99	+ 0,77	0,65	23,9	134
3e »	— 4,88	+ 0,31	0,71	92,9	480
Mois	— 3,02	+ 1,55	0,66	130,8	664

Dans ce mois, l'air a été calme 26 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,61 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45°O., et son intensité est égale à 21,5 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

EXPLICATION DES SIGNES.

Les • ont été placés d'après chacune des observations

Les degrés sont du therm. centigrade

Les lignes tracées entre les points d'observations s'appliquent aux espèces suivantes

1 ligne ——— Sinapis alba
2 id. . . _ Lepidium sativum
3 id. Linum usitatissimum
4 id. ——— Collomia coccinea
5 id. ——— Zea Maïs
6 id. Sesamum orientale
7 id. .... Cucumis Melo var. Cantaloup

Pour les Trifolium repens et Nigella sativa, voyez le texte

1 jour, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 jours

HISTOIRE

DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES

CHEZ LES BELGES,

PAR

M. ADOLPHE QUETELET,

Directeur de l'observatoire de Bruxelles, etc. etc. ; 1 vol. gr. 8° de 480 pages, Bruxelles 1864.

Quoique ce volume ait une importance spéciale pour la nation dont il retrace une partie de l'histoire scientifique, il mérite aussi d'être recommandé à tous les amis de la science, qui y trouveront beaucoup de renseignements intéressants, présentés avec la précision et la clarté qui distinguent toutes les productions de M. Quetelet. On sait quelle activité il a déployée comme fondateur et directeur de l'observatoire de Bruxelles, et comme secrétaire de l'Académie royale de Belgique. A travers les nombreux travaux auxquels l'appelaient ces deux fonctions, il a trouvé le temps d'y joindre des recherches de statistique, de physique sociale et de calcul des probabilités. Arrivé à un âge avancé, et dignement secondé par son fils dans la direction de l'observatoire, il ajoute encore à ses occupations scientifiques des travaux spéciaux, historiques et statistiques, qui seront sûrement appréciés comme ils le méritent. Je ne puis que signaler ici l'apparition à Bruxel-

les, en 1865, d'un volume in-4° de plus de 500 pages, ayant pour titre : *Statistique internationale* (*Population*), par Ad. Quetelet, président, et Xav. Heuschling, secrétaire de la Commission centrale de statistique, publiée avec la collaboration des statisticiens officiels des différents États de l'Europe et des États-Unis d'Amérique; ouvrage qui renferme un grand nombre de tableaux et de renseignements fort curieux sur la population de ces divers États et de la Suisse, entre autres. Je me bornerai à entrer dans quelques détails sur l'ouvrage historique de M. Quetelet annoncé plus haut.

L'auteur s'est proposé d'y retracer l'histoire des sciences mathématiques et physiques en Belgique, depuis les temps anciens jusqu'en 1830 : mais il en a fait précéder l'exposition par une introduction relative aux premiers progrès des sciences dans l'antiquité ; et il a joint aux quatre livres formant le corps de son ouvrage, un *Appendice*, relatif à l'observatoire de Bruxelles et aux travaux scientifiques qui y ont été exécutés.

On comprendra aisément que je ne pourrais entrer ici dans l'énumération de tous les auteurs dont parle M. Quetelet, et que je devrai me borner à signaler ceux qui ont le plus marqué dans la science. Il retrace avec concision et impartialité leur vie et leurs travaux ; ses jugements portent l'empreinte d'un esprit sagement libéral, bienveillant et modéré, qui se plaît à rendre justice au mérite partout où il se trouve. Ce qui ajoute beaucoup à l'intérêt de son ouvrage, c'est qu'il ne s'y borne point à une sèche nomenclature d'auteurs et de traités divers, mais qu'il y joint souvent quelques détails sur l'histoire de son pays, et sur les hommes illustres en divers genres qui y ont joué un rôle important.

Ainsi, dans le livre Ier, relatif à l'ancienne Belgique jusqu'au commencement du XVIe siècle, si nous ne trouvons à citer, en fait d'auteurs célèbres, que Peutinger comme géographe, Nicolas de Cusa comme géomètre, Froissard et Commines comme chroniqueurs, les frères Van Eyck comme peintres, M. Quetelet ne néglige pas de signaler ce que le grand empereur Charlemagne, Belge de naissance, a fait pour encourager les sciences ; il retrace en peu de mots les hauts faits de Godefroid de Bouillon, né dans le Brabant et premier roi de Jérusalem, en 1099. Il parle ensuite des ducs de Bourgogne qui fondèrent en 1425 l'université de Louvain, et rappelle que l'imprimerie a été en activité en Belgique dès l'année 1473.

Le livre second se rapporte à l'époque comprise entre la naissance de l'empereur Charles-Quint à Gand, en 1500, et la fin du gouvernement de l'archiduc Albert et de sa sœur Isabelle, en 1633. M. Quetelet y montre l'intérêt éclairé que Charles-Quint a manifesté pour les sciences, qu'il avait étudiées à Louvain, et surtout pour les mathématiques. La Belgique, qu'il a habitée pendant ses dix-sept premières années, a été très-florissante sous son règne et quelque temps après lui, jusqu'à ce que les rigueurs impitoyables du duc d'Albe, sous le règne de Philippe II, lui aient bientôt porté un coup fatal, en occasionnant, entre autres, l'exil d'un grand nombre de ses plus estimables citoyens. Sous Charles-Quint, Gemma Frisius, Cornelius Gemma et André Vésale, médecin favori de l'empereur; après lui Gérard Mercator, Juste Lipse, Adrien Romain, Simon Stévin, Ortélius et Philippe Van Lansberge, ce dernier ministre réformé retiré en Hollande, sont les savants belges les plus distingués de cette époque, où vécurent aussi les grands peintres Rubens et Van Dyck.

M. Quetelet s'étend sur la vie et les ouvrages de G. Mercator, de Gemma Frisius et de Stévin, géographes et mathématiciens célèbres. Ce dernier, né à Bruges en 1548, avait adopté la réforme religieuse ; il s'exila de son pays pour cette raison, et le prince Maurice de Nassau se l'attacha comme intendant de sa maison. On lui doit, entre autres, d'avoir, l'un des premiers, signalé les avantages, pour la facilité des calculs, de la substitution des fractions décimales aux fractions ordinaires. C'est surtout à la mécanique qu'il a fait faire des progrès remarquables. L'une des applications qu'il en fit, la moins importante peut-être en réalité, mais qui fit le plus de bruit dans le temps, est racontée en ces termes par M. Quetelet :

« De toutes les inventions mécaniques de Simon Stévin, la construction de son chariot à voiles est celle qui lui fit le plus d'honneur et de réputation. L'enthousiasme qu'elle excita ne peut se comparer qu'à celui que firent naître les premières locomotives sur nos chemins de fer. L'expérience en fut faite sur la plage entre Scheveningue et Petten. Quatorze lieues furent parcourues avec une rapidité telle, qu'un cheval n'aurait pu suivre le chariot chargé de vingt-huit personnes. C'était le prince Maurice lui-même qui dirigeait la manœuvre ; parmi les voyageurs se trouvaient le frère du roi de Danemark, le comte Henri de Nassau, et ce même François de Mendoça, amiral d'Aragon, que le prince Maurice avait combattu et fait prisonnier à la bataille de Nieuport. Le prince, avec une intention malicieuse, dirigea un instant le chariot vers la mer, et la terreur se répandit soudain dans l'équipage ; mais il le ramena presque aussitôt dans sa véritable direction et le trajet s'acheva gaie-

ment. La poésie et les arts célébrèrent le triomphe de la science. L'illustre Grotius, ami de Stévin et traducteur de quelques-uns de ses ouvrages, chanta en vers latins ce voyage mémorable dont il avait fait partie ; et ces mêmes vers furent traduits en hollandais par le poëte Constantin Huygens, père du plus grand géomètre qu'ait produit la Hollande. »

La ville de Bruges a chargé récemment un habile sculpteur belge, M. Eugène Simonis, d'ériger sur l'une de ses places publiques une statue en l'honneur de Simon Stévin.

La famille Bernouilli, si illustre dans l'histoire des mathématiques, est originaire des Pays-Bas. « Jacob Bernouilli, dit M. Quetelet, qui mourut en 1583, fatigué, sans doute, d'un gouvernement dont il avait senti les rigueurs sous le duc d'Albe, quitta la ville d'Anvers où il résidait et passa à Francfort-sur-le-Mein. Plus tard, sa famille alla s'établir à Bâle, en Suisse ; elle se composait alors de onze enfants, parmi lesquels on comptait Jacob et Jean Bernouilli, deux des géomètres les plus habiles de cette époque. Un autre Jean Bernouilli devint ensuite professeur de mathématiques à l'université de Groningue ; et c'est dans cette ville que naquit son fils Daniel, qui conserva, dans le domaine des sciences mathématiques, la réputation distinguée que s'étaient acquise ses illustres aïeux. »

Dans le livre III de son ouvrage, M. Quetelet s'étend surtout sur les travaux des savants jésuites belges, qui avaient formé à Anvers et à Liége des écoles rivales de l'université de Louvain. Les plus marquants, parmi ceux qui se sont occupés de sciences mathématiques et physiques, sont d'Aiguillon, qui a publié un grand traité d'op-

tique, en 1613, avant les travaux de Newton dans cette partie; Malapert, qui a observé des taches solaires de 1618 à 1626 ; Grégoire de Saint-Vincent, auquel on doit un traité sur la quadrature du cercle et les propriétés des sections coniques ; et André Tacquet, auteur de divers ouvrages de mathématiques pures et appliquées.

M. Quetelet signale aussi les avantages que plusieurs missionnaires jésuites belges en Chine ont retirés de leurs connaissances scientifiques, et raconte leurs travaux de ce genre. Il donne, en particulier, d'intéressants détails sur le Père Ferdinand Verbiest, de Bruges. Ce savant, envoyé en Chine comme missionnaire en 1659, y fut jeté en prison et condamné à mort, ainsi que plusieurs de ses prédécesseurs, et il dut à la science son salut et celui de l'un de ses collègues. Appelé devant l'empereur Kang-Hi, il lui fit comprendre les défauts du calendrier chinois qui se publiait chaque année à Pékin, et fut dès lors chargé de le rédiger. Il fut établi, en 1669, président du tribunal des mathématiques, et il eut à refondre, pour ainsi dire, tout l'observatoire de ce tribunal. Le Père Verbiest a composé plusieurs ouvrages en langue chinoise, dont l'un d'astronomie, de format in-folio avec un titre latin, se compose presque uniquement de planches représentant l'observatoire, placé en plein air sur un massif élevé, et muni de huit instruments astronomiques, qui sont décrits en détail, ainsi que d'autres appareils de physique et de mécanique. L'empereur voulut recevoir de Verbiest des leçons d'astronomie. Il lui fit calculer des tables contenant, entre autres, les éclipses de lune et de soleil qui devaient avoir lieu pendant deux mille années. L'ouvrage parut en trente-deux livres, sous le titre d'*Astronomie perpétuelle de l'empereur Cam-Hy.*

Ce prince lui conféra, en récompense, un diplôme de *grand homme*, et il étendit cette distinction à son père, à sa mère et à son aïeule. Il le chargea aussi, en 1681, de diriger une fonderie de canons, où 300 pièces d'artillerie lui furent bientôt présentées. Le Père Verbiest mourut en 1688, et ses funérailles furent célébrées avec une pompe extraordinaire. Le Père Antoine Thomas, de Namur, lui succéda comme président du tribunal des mathématiques. Le Père François Noël a publié à Prague, en 1710, des observations astronomiques faites par lui, de 1684 à 1708, en divers points de la Chine et de l'Inde, accompagnées de détails curieux sur l'astronomie chinoise. On doit aussi au P. Grimaldi des planisphères célestes, publiés en chinois en 1711.

Outre les jésuites dont je viens de parler, la Belgique a compté encore à cette époque un petit nombre de savants distingués, tels que Vanhelmont père et fils, et Michel Van Langren d'Anvers, mathématicien du roi d'Espagne Philippe IV, qui s'est occupé de la détermination des longitudes par la marche des planètes. On lui doit aussi un planisphère détaillé de la Lune, publié vers 1650, peu avant la carte sélénographique d'Hévélius, et où se trouvaient déjà placées 270 taches observées par lui. Je dois citer encore l'astronome Wendelin, chanoine de Tournay, qui a publié, entre autres, à Anvers, en 1644, un ouvrage curieux sur les éclipses lunaires, et le baron de Sluze, savant mathématicien, très-honorablement connu des plus grands géomètres de ce temps-là, membre de la Société royale de Londres, et auteur d'un ouvrage ayant pour titre *Mesolabium*, publié de 1659 à 1668.

Nous arrivons à une époque que M. Quetelet signale

comme très-fâcheuse en Belgique, sous le rapport du grand ralentissement et de la langueur qui y ont régné dans le domaine des sciences. C'est par l'exposition de ce fâcheux état de marasme scientifique que commence le IV[e] et dernier livre de son ouvrage. Il attribue en partie cet état à des causes politiques, et à l'abaissement qui résulta pour la Belgique de la fermeture de l'Escaut et du traité du 15 novembre 1715, dit *des Barrières*.

L'impératrice Marie-Thérèse chercha à réveiller le zèle pour les sciences et les lettres dans cette partie de ses États, en y instituant, le 13 avril 1773, l'*Académie impériale et royale de Belgique*, à laquelle elle accorda de grands avantages, et qui a subsisté jusqu'à l'occupation de ce pays par les Français en 1794. Cette académie a publié un recueil scientifique, où l'on trouve, entre autres, des mémoires de mathématiques du commandeur de Nieuport et de l'ingénieur Bournons, ainsi que des communications de quelques savants étrangers, au nombre desquels nous citerons celles de l'astronome anglais Nathanael Pigott, qui séjourna en Belgique vers 1774. Il y observa, en plusieurs villes, des hauteurs méridiennes d'étoiles avec un Quart de cercle de Bird que la Société royale de Londres lui avait confié, et il y joignit des observations d'éclipses de satellites de Jupiter. Son but était de coopérer à la construction d'une carte topographique du pays, entreprise par le général autrichien Ferraris.

Pigott et Englefield firent, à cette époque, une expérience assez curieuse, relative à l'influence que les vibrations occasionnées par le son peuvent exercer sur la hauteur de la colonne barométrique. Ils établirent,

pour cet effet, un baromètre de Ramsden au haut de la tour nord-est de l'église collégiale de Sainte-Gudule à Bruxelles, à environ 7 pieds du sommet d'une grosse cloche, pesant environ seize mille livres, et dont le battant était d'abord fixé, par une traverse de bois, contre l'un des côtés de l'intérieur de la cloche. Lorsque la cloche fut mise en branle, la hauteur du mercure n'éprouva aucune variation tant que le battant fut retenu : mais aussitôt qu'il fut lâché et que les sons commencèrent, le mercure monta, et il continua à éprouver une espèce de sursaut chaque fois que le battant venait frapper la cloche. Ces observations ont paru indiquer de 6 à 10 millièmes de pouce anglais pour l'effet du son sur le baromètre.

M. Quetelet entre aussi dans quelques détails sur les travaux de physique de l'abbé Mann, savant laborieux, qui a très-bien saisi, entre autres, les rapports qui existent entre l'apparition des aurores boréales, les mouvements de l'aiguille aimantée et les quantités d'électricité de l'air. L'abbé Chevalier, Van Swinden et le baron de Pœderlé avaient déjà fait successivement, depuis 1763, des observations météorologiques en Belgique; mais c'est à l'abbé Mann qu'on dut principalement une série d'observations régulières de ce genre, faites chaque jour à Bruxelles de 1784 à 1787, au moyen d'instruments comparés, pour répondre aux désirs de la Société météorologique Palatine de Mannheim, qui a publié ces observations.

Je ne puis suivre M. Quetelet dans ce qu'il dit sur divers travaux de quelques autres membres de l'ancienne Académie de Belgique. Lors de la réunion de la Belgique à la République française, l'Institut de France reçut

dans son sein deux des savants de cette académie : le commandeur de Nieuport et le professeur de chimie Van Mons. Depuis cette époque, beaucoup de Belges poursuivirent leur carrière à Paris, et M. Quetelet cite, entre autres, le savant médecin Nysten, l'aéronaute Robertson, le professeur Christian, directeur du Conservatoire des arts et métiers et auteur d'un traité de mécanique industrielle en 4 volumes in-4°, Van Praet le bibliophile, Grétry, Méhul et Gossec, célèbres compositeurs de musique. Le savant physicien Despretz, membre de l'Académie des sciences de Paris et qu'elle a perdu il y a peu d'années, était aussi né en Belgique ; MM. Milne Edwards et Decaisne, membres actuels de cette illustre académie, sont natifs, le premier de Bruges et le second de Bruxelles.

On sait que, depuis 1815, la Belgique fut réunie à la Hollande pendant seize années, et M. Quetelet reconnaît que le gouvernement des Pays-Bas favorisa puissamment le développement des sciences dans sa patrie. La Belgique eut, comme la Hollande, trois universités : celles de Gand, de Louvain et de Liége. On créa des musées, des bibliothèques, des jardins botaniques ; l'Académie royale de Belgique fut rouverte, en 1816, aux sciences et aux lettres, et l'on vit plus tard s'ériger à Bruxelles le premier observatoire belge, conçu sur une plus grande échelle que ceux qui existaient alors dans les provinces septentrionales du royaume.

M. Quetelet entre dans quelques détails sur le développement scientifique qu'a pris la Belgique à cette époque, et signale les principaux travaux des membres de son Académie. Je me bornerai à citer, comme géologue M. d'Omalius d'Halloy, et MM. de Nieuport, Dandelin, Pla-

teau, Pagani, Verhulst, ainsi que M. Quetelet lui-même, comme ceux qui se sont alors le plus distingués dans les sciences mathématiques et physiques.

Van Mons avait publié pendant quelques années, avec Bory de Saint-Vincent et Drapiès, des *Annales des sciences physiques et naturelles*. MM. Garnier et Quetelet commencèrent, en 1824, la publication par cahiers in-8° de leur *Correspondance mathématique et physique*, continuée par ce dernier jusqu'en 1839 et dont il a paru onze volumes. L'Académie de Belgique devint beaucoup plus active, dans cette nouvelle phase d'existence, pour la publication du recueil in-4° des Mémoires de ses membres, ainsi que de ceux que lui adressaient divers savants étrangers, et elle commença aussi à faire paraître, dans le format in-8°, des *Bulletins* de ses séances.

Pendant l'occupation française, on avait commencé de nouvelles opérations géodésiques en Belgique et on allait les reprendre sous le régime hollando-belge, lorsque la révolution de 1830 sépara violemment la Belgique de la Hollande, et transforma la première en un petit État constitutionnel à part, sous un roi protestant, généralement aimé et respecté du peuple belge, et qui jouit d'une haute considération en Europe. Les sciences ont continué à fleurir sous son règne : mais M. Quetelet s'étant arrêté dans son ouvrage à l'époque de 1830, je ne suis pas appelé à la dépasser ici.

Je dirai seulement quelques mots sur l'*Appendice* relatif à l'observatoire de Bruxelles, que M. Quetelet a joint à son Histoire scientifique, et qui, avec une table des matières et une table des auteurs cités, occupe les 104 dernières pages du volume.

La construction de l'observatoire de Bruxelles a été

commencée en 1827 ; le bâtiment, encore inachevé, a eu beaucoup à souffrir pendant la lutte à main armée qui y a eu lieu en septembre 1830, et il n'a été terminé que trois ans après. Ses principaux instruments, tant anglais que français, y ont été établis en 1835 ; et l'observatoire, qui était déjà en activité depuis plusieurs années en ce qui concerne la météorologie et le magnétisme terrestre, l'a été dès lors plus complétement pour l'astronomie. M. Quetelet présente, dans son *Appendice*, un résumé succinct, fort intéressant, des divers genres d'observations qui y ont été assidûment poursuivies, et qui se rapportent principalement à des phénomènes périodiques de physique terrestre, ou à des déterminations d'éléments astronomiques. Il en a consigné les détails et les résultats, soit dans les *Annales de l'observatoire*, dont il a déjà paru seize volumes in-4°, soit dans un grand nombre de mémoires insérés dans le recueil de ceux de l'Académie de Belgique. Il publie aussi, depuis trente-trois ans, dans le format in-18°, un *Annuaire de l'observatoire de Bruxelles*, renfermant diverses données et tables utiles, ainsi que des notices scientifiques intéressantes, rédigées par lui ou par ses adjoints. On lui doit encore un *Traité sur la physique du globe*, publié en 1861 en un volume in-4°, et dont M. de la Rive a inséré une analyse dans le n° d'octobre 1862 de nos *Archives*. Comme j'ai publié successivement, dans les n^{os} de janvier et février 1854 et dans celui de septembre 1860 du même recueil, deux notices assez développées sur l'observatoire de Bruxelles et sur les travaux qui y ont été effectués, je ne reviendrai pas en ce moment sur ce sujet. Je terminerai donc ici cet article, en faisant mille vœux pour la continuation de la prospérité et de l'indépendance de l'intelligente et

estimable nation dont M. Quetelet a retracé l'histoire scientifique, et dont il est un des citoyens les plus dévoués; cette nation ayant, par certains rapports de position, des titres particuliers à l'intérêt de la Suisse.

ALFRED GAUTIER.

DE

L'ACTION DU CURARE SUR LES VÉGÉTAUX

PAR

M. LE PROF. J.-B. SCHNETZLER.

Les belles recherches de M. Claude Bernard sur le curare ont attiré partout l'attention des physiologistes sur l'action de cette substance dans l'organisme animal. Ce qui donne un intérêt tout particulier aux recherches du savant français, ce n'est pas seulement le résultat net, positif, auquel il est arrivé, mais encore la méthode purement expérimentale et logique qui l'a conduit à ce résultat. En effet, grâce à cette méthode qui arrive par l'observation et par l'expérience à l'explication d'un fait, nous pouvons aujourd'hui admettre comme une vérité scientifique, que le curare introduit en dose suffisante dans l'organisme animal, détruit l'action des fibres motrices du système nerveux.

Pendant le printemps passé (1865), j'ai fait une série d'expériences qui avaient pour but d'examiner l'action de différentes substances vénéneuses sur le protoplasma végétal. La plupart des physiologistes admettent aujourd'hui l'analogie et même l'identité qui existe entre cette substance et le sarcode de Dujardin. Dans un travail publié dans les *Archives*, nous avons vu qu'il existe dans

les cellules vivantes des végétaux une matière semi-fluide qui non-seulement ressemble au sarcode en présentant les mêmes propriétés sous l'influence des réactifs chimiques et physiques, mais qui exécute comme lui (chez les Rhizopodes) un mouvement produit par des courants faciles à apercevoir, grâce à de fines granulations suspendues dans la matière fluide en mouvement. En examinant l'action de différentes substances vénéneuses sur le protoplasma des spores d'algues et des poils d'orties, j'ai constaté que des poisons minéraux comme le sulfate de cuivre, l'acide arsénieux, la teinture d'iode et même des solutions de chlorure de sodium détruisent la propriété du protoplasma de produire des courants granulaires ou le mouvement en général, comme dans les spores d'algues. Certains poisons qui dans l'organisme animal semblent produire la mort par l'intermédiaire du système nerveux, font cesser également le mouvement du protoplasma. J'ai cru pouvoir expliquer par ces résultats les belles expériences de MM. Marcet et Macaire-Prinsep, de Genève, qui, déjà en 1824, avaient tâché de démontrer que les poisons minéraux tuent les plantes comme les animaux, en détruisant leurs tissus, et que les substances toxiques qui tuent les animaux par l'intermédiaire du système nerveux, tuent également les plantes. L'action de ces différentes substances sur le protoplasma végétal me semble expliquer d'une manière très-simple la mort de la plante par empoisonnement. Mes recherches m'avaient conduit à la conclusion : Que les plantes meurent sous l'influence des poisons de la même manière que les animaux inférieurs dont le corps se compose principalement de sarcode. Dans les deux cas le poison produit dans la matière vivante, le protoplasma, des changements qui

détruisent sa contractilité et la faculté de se mouvoir. Les plantes et les animaux se ressemblent par un grand nombre d'actes de leur vie; cette analogie s'étend encore à la manière dont ils meurent sous l'influence des poisons.

Dans les recherches dont je viens de parler, j'ai vivement regretté de ne pouvoir examiner l'action du curare sur les végétaux. Grâce à l'obligeance de M. le professeur Ed. Claparède, de Genève, j'ai obtenu une certaine quantité de cette précieuse substance. Je l'ai d'abord essayée sur le protoplasma des poils d'orties (*Urtica urens, Urtica dioïca*). Aussi longtemps que la cellule qui forme le poil est intacte et vivante, on aperçoit dans son intérieur un courant granulaire très-prononcé. Le liquide coule lentement, mais distinctement, entraînant avec lui les fines granulations qu'il renferme. Des poils d'ortie très-frais furent plongés dans une solution aqueuse de curare (1 millig. par goutte); le courant continua aussi bien que dans l'eau pure. Des solutions plus concentrées ne produisirent pas davantage l'arrêt du courant granulaire. Cette expérience souvent répétée m'a toujours donné le même résultat. Pour essayer si la même solution de curare (1 millig. par goutte) exerçait une action sur l'organisme animal, j'enfonçai la pointe d'une aiguille mouillée de la solution dans le mésothorax d'une mouche (*Musca domestica*); aussitôt la paire de pattes du mésothorax et celle du métathorax furent paralysées, tandis que la paire antérieure se mouvait encore pendant fort longtemps ; la même opération faite dans le prothorax d'une autre mouche détruisit le mouvement dans les trois paires de pattes. Des piqûres faites avec une aiguille sans curare ne produisaient pas cet effet.

Une goutte d'une solution de curare fut introduite dans une incision pratiquée à la base du pétiole d'une feuille de sensitive (*Mimosa pudica*); la sensibilité (c'est-à-dire la propriété du pétiole de s'abaisser, et des folioles de se replier par l'ébranlement ou dans l'obscurité, et de reprendre leur position normale au repos ou à la lumière) ne fut pas modifiée d'une manière bien frappante. J'observai quelquefois une diminution temporaire de cette sensibilité; mais je l'attribue à l'écoulement d'une petite quantité de liquide par la blessure, liquide sur lequel je reviendrai dans la suite de ce mémoire.

Une feuille de mimosa, plongée par le pétiole coupé dans une solution de curare, garde sa sensibilité pendant plusieurs heures jusqu'à ce qu'elle soit flétrie.

La terre contenue dans un petit vase dans lequel végétait une mimosa fut arrosée pendant plusieurs jours exclusivement avec une solution de curare; elle reçut ainsi, dans 100 grammes d'eau, 8 centigrammes de la matière toxique; la sensibilité persista. Cependant ce genre de nourriture ne paraissait pas convenir à la plante. Les feuilles inférieures devenaient jaunes et cette décoloration se transmettait peu à peu à des feuilles plus élevées; cependant même dans les folioles jaunes la sensibilité persista toujours, jusqu'à ce qu'elles fussent entièrement crispées. Une forte dose de curare peut ainsi produire une altération dans le travail de la nutrition, mais elle ne détruit la contractilité qu'en produisant une action chimique qui altère tout le tissu végétal.

Il me semble résulter de ces observations une nouvelle preuve de l'analogie qui existe entre le protoplasma végétal et le sarcode. En effet, chez les zoophytes, le curare ne

produit, en général, aucun effet [1]. Un polype d'eau douce mis dans une solution de curare suffisante pour empoisonner une grenouille, mais insuffisante pour agir chimiquement sur ses tissus, n'est pas empoisonné et continue à vivre et à se mouvoir tant que l'eau ne croupit pas [2].

M. Claude Bernard dans un cours donné en 1864 [3] admet des mouvements sarcodiques dans les végétaux et dans les animaux. C'est évidemment à la contractilité du protoplasma végétal qu'il faut attribuer ses courants granulaires, de même que les mouvements des feuilles de mimosa, des étamines de *Berberis vulgaris*, M. Les expériences qui précèdent me semblent fournir une preuve pour cette assertion.

L'action spécifique du curare sur l'élément nerveux moteur et l'absence de cette action sur le mouvement du protoplasma nous démontrent que cet élément nerveux manque dans les végétaux et coupe ainsi court aux hypothèses émises à ce sujet.

Les muscles et les nerfs constituent deux substances distinctes, puisque les agents qui empoisonnent l'un n'atteignent pas l'autre ; c'est dans le muscle que réside la propriété contractile, puisqu'on peut encore mettre en jeu cette propriété en irritant directement le muscle, lorsque le nerf a été détruit par un agent toxique [4]. L'élément nerveux moteur n'existe pas chez les végétaux, mais nous y trouvons une substance contractile qui représente évidemment l'élément contractile musculaire des animaux.

[1] Vulpian, *Revue des cours scientifiques*, 1864, p. 626.
[2] *Id.*, *id.* p. 489.
[3] Claude Bernard, *id.* p. 493.
[4] *Id.*, *id.* p. 534.

Note. Lorsqu'on verse avec précaution une goutte d'acide sulfurique ou d'acide azotique sur le coussinet (*pulvinus*) d'une feuille de mimosa, le pétiole s'incline et les folioles se replient (Bischof, *Lehrbuch*, 227).

La base du pétiole qui porte le nom de coussinet (*pulvinus*) se compose d'un parenchyme très-succulent traversé au centre par un cordon de vaisseaux spirifères; les cellules extérieures sont anguleuses; celles de l'intérieur allongées. Ces cellules contiennent outre le protoplasma un liquide à réaction franchement acide qui, évaporé sur une lame de verre, laisse un résidu cristallin. Ce résidu traité par de l'eau distillée prend une coloration d'un bleu clair lorsqu'on le regarde à l'aide de la lumière réfléchie. Cette coloration disparaît dans la lumière transmise. Cette matière cristalline qui présente ce phénomène de dichroïsme n'est autre chose que l'esculine (*polychrôme*) signalée dans l'écorce du marronnier d'Inde, de Guilandia et de Quassia; cette substance qui rougit le tournesol, étudiée par Tromsdorf, a pour formule $C^8 H^9 O^5$ (Liebig, *Traité de Chim. org.*). Le liquide acide dont je viens de démontrer la présence dans les cellules des feuilles de mimosa pourrait fort bien jouer un rôle dans les mouvements de ces feuilles. Nous voyons, par exemple, l'acide lactique et surtout l'acide cholique provoquer des contractions dans les fibres musculaires qui ne se trouvent plus sous l'influence des nerfs moteurs tués par le curare. L'écoulement du liquide acide affaiblit la sensibilité des feuilles de mimosa, tandis que sa présence secondée par une irritation extérieure (choc ou lumière) déterminerait la contraction du sarcode végétal.

SUR LA CHALEUR

DÉGAGÉE PAR LES COURANTS D'INDUCTION

ET SUR LA

RELATION QUI EXISTE ENTRE CE DÉGAGEMENT DE CHALEUR

ET LE TRAVAIL

MÉCANIQUE EMPLOYÉ A LE PRODUIRE

PAR

M. E. EDLUND[1].

I

Quand on approche un fil conducteur fermé d'un courant galvanique, il se produit dans le premier un courant d'induction, dont la direction est de nature à donner lieu à une répulsion entre les deux courants. Si, au contraire, on éloigne le conducteur, le courant d'induction suit la direction opposée, d'où il résulte une attraction des deux courants. L'induction, dans les deux cas, est donc accompagnée d'une dépense de travail mécanique. Quand, au contraire, l'induction galvanique est occasionnée par un changement dans l'intensité du courant inducteur, sans que les deux circuits changent

[1] Le mémoire original a été publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Stockholm*, 1864, p. 79. L'auteur a bien voulu nous en communiquer un extrait en suédois, dont nous donnons la traduction. *Ph. P.*

de position l'un à l'égard de l'autre, il n'en résulte point de perte de travail mécanique. Ces deux sortes d'induction sont donc sous ce rapport dissemblables. Au premier abord, il paraîtrait qu'un rapprochement des deux circuits devrait produire le même effet qu'une augmentation d'intensité du courant inducteur, et que leur éloignement devrait avoir le même résultat qu'une diminution dans l'intensité du courant inducteur; en effet, en approchant ou en éloignant le circuit induit du courant inducteur, on ne produit en réalité qu'une augmentation ou une diminution dans l'intensité de ce dernier. Mais, si l'on peut appliquer ici les principes de la théorie mécanique de la chaleur, il faut, quand l'induction est accompagnée d'une dépense de travail mécanique, que le développement de la chaleur soit plus grand que lorsque l'induction résulte d'un changement d'intensité du courant inducteur, et cet excédant de chaleur doit être proportionnel au travail effectué. Les courants d'induction offrent par conséquent un moyen propre à constater expérimentalement l'exactitude générale de la théorie mécanique de la chaleur.

Ces considérations ont déterminé M. Edlund à étudier de plus près qu'on ne l'avait fait jusqu'ici les effets calorifiques des courants d'induction. Nous allons donner une courte analyse de son mémoire, dans lequel il expose en commençant les lois du dégagement de chaleur par les courants d'induction et passe ensuite à la relation qui existe entre la chaleur produite et le travail mécanique employé.

II

Un courant d'induction ne peut guère avoir d'autres propriétés que celles d'un courant galvanique ordinaire,

dont l'intensité change à chaque instant; il était donc facile de prévoir que la chaleur qu'il produit à un moment donné doit être proportionnelle au carré de son intensité au même moment. Les moyens qui ont été employés jusqu'ici, quand il était question de courants galvaniques de force constante, ne suffisent plus pour démontrer l'exactitude parfaite de cette proposition. En revanche, l'électrodynamomètre de M. W. Weber fournit dans ce but une méthode très-simple. On sait que cet instrument se compose de deux bobines de fil de cuivre recouvert de soie, dont l'une est fixe et l'autre suspendue à deux fils d'argent fin, de manière à pouvoir osciller librement autour de la position d'équilibre déterminée par ces deux fils. Quand la bobine intérieure est en équilibre dans cette position, son axe se trouve à angle droit avec l'axe de la bobine extérieure. Si, maintenant, on fait passer le même courant par les deux bobines, celle qui est mobile doit éprouver une déviation en vertu de l'action qu'elles exercent l'une sur l'autre. On détermine cette déviation à l'aide d'un miroir, d'une échelle graduée et d'une lunette, comme à l'ordinaire. Si l'on désigne par i l'intensité du courant à un certain moment et par dt l'élément de temps, on conçoit facilement que la déviation doit être proportionnelle $\int i^2dt$, les limites de l'intégrale étant le temps compris entre le commencement et la fin du courant. La chaleur développée par le courant d'induction doit être proportionnelle à cette quantité, dans le cas où la supposition que nous avons faite est vraie.

Une bobine formée de plusieurs tours de fil de cuivre recouvert de soie a été mise en communication avec une pile ; le courant pouvant être interrompu ou fermé

au moyen d'une roue dentée mise en mouvement par une manivelle qu'on tournait avec la main. La roue dentée était munie de 50 dents, de sorte que pour chaque tour complet le courant était interrompu ou fermé 100 fois, grâce à un ressort à détente adapté sur le côté de la roue. Dans cette bobine d'induction on avait introduit une autre bobine semblable dont le diamètre extérieur en permettait tout juste l'introduction. Les deux bouts de ce dernier fil d'induction pouvaient à volonté être réunis au dynamomètre, ou bien à deux tiges de laiton perpendiculaires, entre lesquelles était tendu un fil mince de platine que le courant d'induction pouvait traverser. Pour apprécier l'échauffement produit par le courant d'induction dans le fil de platine, on a adapté à ce dernier une petite pile thermoélectrique, dont le courant était conduit par deux fils de cuivre à un galvanomètre à miroir situé à une distance convenable et qui avait servi dans des recherches antérieures. Les déviations du galvanomètre pouvaient être lues de la manière ordinaire à l'aide d'une échelle graduée et d'une lunette. La pile thermoélectrique était la même que celle employée précédemment par l'auteur dans ses recherches sur le développement de chaleur produit par le changement de volume des corps solides[1]; dans quelques expériences on s'est servi d'une pile analogue à laquelle on avait apporté certaines modifications de construction. Le fil de platine et la pile étaient placés sous une cloche de verre pour les préserver des courants d'air.

Pour que le courant d'induction produise un échauffement du fil de platine capable de faire naître un cou-

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Stockholm*, 1861, p. 119.

rant thermoélectrique appréciable, il faut tourner la roue dentée un grand nombre de fois. Quand il s'agissait de déterminer le développement de la chaleur dû au courant d'induction, l'on tournait la roue avec une rapidité uniforme jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre se maintînt immobile dans une déviation constante. C'était cette déviation constante qui était observée. Il est évident que quand cet état se présente, le fil dans un temps donné perd, par le rayonnement et le contact, autant de chaleur que le courant d'induction en produit pendant le même temps. Mais cette chaleur qui s'échappe est proportionnelle à l'excès de température, si ce dernier est peu considérable. Par conséquent, la chaleur développée dans un temps donné par le courant d'induction est proportionnelle à l'excès de température. M. Edlund a démontré par des expériences antérieures que le courant thermoélectrique, et par suite la déviation qu'il produit dans le galvanomètre, sont proportionnels à l'excès de température[1], pourvu que ce dernier soit faible. Il en résulte que la déviation du galvanomètre est proportionnelle à la chaleur dégagée dans un temps donné dans le fil de platine. Après avoir démontré par des expériences spéciales l'exactitude de cette proposition, et avoir prouvé en outre par d'autres expériences que les indications du dynamomètre sont proportionnelles à $\int i^2 dt$, l'auteur a fait plusieurs séries d'expériences pour déterminer la chaleur dégagée par les courants d'induction. Nous allons en rapporter quelques-unes.

Dans la première série d'expériences, le dynamomètre était en communication avec la bobine intérieure;

[1] *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Stockholm*, 1861, p. 119.

ensuite on a exclu le dynamomètre et on l'a remplacé dans le circuit par le fil de platine. Après avoir déterminé le développement de chaleur dans le fil de platine, à l'aide de la pile thermoélectrique et du galvanomètre, on refaisait quelques observations avec le dynamomètre. Ces expériences ont été répétées avec des courants inducteurs de différentes intensités. Voici les moyennes des résultats obtenus :

Déviation du dynamomètre. y	Déviation du galvanomètre pour la chaleur. x
98,8	113,3
52,4	60,1
73,75	82,8
40,9	46,8
18,3	20,3

Si l'on calcule les déviations (x) dues au courant thermoélectrique, en supposant qu'elles sont proportionnelles à celles du dynamomètre (y), selon l'équation $x = 1,14\,y$, on obtient :

Calculé.	Observé.	Différence.
$x =$ 112,6	113,3	—0,7
84,1	82,8	+1,3
59,7	60,1	—0,4
46,6	46,8	—0,2
20,9	20,3	+0,6

Il y a donc, comme on le voit, une proportionnalité parfaite entre les quantités de chaleur dégagées par les courants d'induction et la déviation que ces derniers produisent au dynamomètre. On a obtenu le même résultat en changeant la durée des courants d'induction, tout en conservant constante l'inten-

sité du courant inducteur. Dans ce but on a fixé à la roue dentée un second ressort spécial qui fermait un circuit secondaire au moment où la pile était exclue par l'autre ressort à l'ouverture du courant. Le courant accessoire produit dans la bobine d'induction par l'ouverture du circuit, pouvait ainsi se manifester, et il avait pour effet un affaiblissement dans la diminution du courant inducteur ; cette diminution était bien plus sensible sans circuit secondaire. Cette disposition n'entraînait aucun changement dans le courant d'induction, produit par la fermeture du circuit. Enfin, pour pouvoir aussi faire varier la durée du courant d'induction, on avait dès l'abord introduit dans le circuit inducteur une bobine d'induction spéciale renfermant un cylindre de fer doux. L'effet de cette dernière sur le courant inducteur était d'en diminuer l'accroissement à la fermeture. Cette bobine d'induction était assez éloignée de celle dans laquelle se produisait le courant d'induction qu'il s'agissait de mesurer, pour qu'aucune action réciproque ne pût avoir lieu. On a enlevé pour cette expérience le circuit accessoire, afin que les quantités de chaleur produites ne fussent pas par trop petites. Dans les trois manières d'opérer l'intensité du courant inducteur était sensiblement constante.

Sans circuit accessoire et sans électro-aimant :

Dynamomètre.	Chaleur.
71,75	110,0

Avec circuit accessoire et sans électro-aimant :

30,83	48,0

Sans circuit accessoire et avec l'électro-aimant :

60,0	88,25

Si l'on calcule ces moyennes selon l'équation $x=1,512y$ on obtient :

Calculé.	Observé.	Différence.
$x=$ 46,6	48,0	—1,4
90,7	88,25	+ 2,45
108,5	110,0	—1,5

On voit que dans ce cas aussi les quantités de chaleur développée par le courant d'induction sont proportionnelles à la déviation du dynamomètre. Ce résultat prouve que *la chaleur dégagée dans chaque moment par le courant d'induction, est proportionnelle au carré de l'intensité de ce courant dans le même moment, ou bien, ce qui revient au même, que la chaleur développée par tout le courant d'induction est proportionnelle à* $\int i^2 dt$, *en supposant pour limites à l'intégrale le commencement et la fin du courant d'induction.*

III

Un courant d'induction exerce naturellement une action sur le courant inducteur principal. Il en résulte dans ce dernier des courants d'induction d'ordre supérieur, qui selon leur direction s'ajoutent au courant principal ou s'en retranchent. D'où il suit que le dégagement de chaleur dans le circuit inducteur peut être différent pendant que l'induction s'exerce, et dans le même espace de temps sans induction. Veut-on par conséquent examiner si l'induction engendre de la chaleur, il ne faut pas se borner à mesurer la quantité de chaleur que développe le courant d'induction dans un temps donné, mais aussi celle que dégage le courant inducteur dans le même temps, d'abord sans induction et ensuite pendant qu'il induit. Voici

comment les expériences ont été disposées pour atteindre ce but.

On tournait la roue dentelée avec une rapidité constante pendant 20 secondes, en décrivant un tour entier par seconde ; puis on attendait la 40e seconde pour observer la déviation produite par le courant thermoélectrique sur le galvanomètre. Pour déterminer d'abord le dégagement de chaleur dû au courant d'induction, on introduisait dans le circuit d'induction le fil de platine, auquel la pile thermoélectrique était vissée ; ensuite on sortait le fil de platine du circuit d'induction et on l'introduisait à la place dans le courant inducteur principal. Après cela on examinait de nouveau le dégagement de chaleur dans le fil de platine, d'abord quand le circuit d'induction était ouvert, par conséquent sans induction, et ensuite avec un circuit fermé, c'est-à-dire sous l'action inductrice ce courant principal. De cette manière on obtenait une mesure de la chaleur développée par le courant d'induction dans le fil de platine pendant vingt secondes, et, de la même manière, une mesure du développement de chaleur dû au courant principal, dans le même fil de platine et dans le même temps, d'abord sans qu'il y eût induction et ensuite pendant l'induction exercée par le courant principal.

Nous passerons ici sous silence les difficultés expérimentales que l'auteur a eu à surmonter, ainsi que les preuves qu'il apporte à l'appui de l'exactitude de la méthode qu'il a suivie et ne citerons que les résultats définitifs.

Dans la première série d'observations, la production de chaleur, due au courant d'induction, dans le fil de platine et recueillie par la pile thermoélectrique a donné au

galvanomètre une déviation de 28,75. La chaleur développée par le courant principal dans le même fil, mais sans induction, a donné 188,84 et quand le courant principal induisait 177,26. La différence des deux derniers nombres ou 11,58 représente la diminution du dégagement de chaleur par le courant principal quand ce dernier induit un courant dans un autre fil conducteur. Le nombre 11,58, de même que 28,75 obtenu par le courant d'induction, ne représentent toutefois que le développement de chaleur dans le fil de platine, mais ne rendent nullement compte du dégagement de chaleur dans les autres parties des deux circuits. On ne peut par conséquent, par la comparaison de ces deux nombres, savoir si une induction de ce genre occasionne en réalité une production de chaleur. Mais pour un même courant le dégagement de chaleur est proportionnel à la résistance du circuit, et cela non-seulement pour des conducteurs métalliques, mais aussi pour des liquides. De sorte que si l'on multiplie 28,75 par la résistance du circuit d'induction, et 11,58 par la résistance du courant principal, les produits représenteront, le premier la chaleur totale dégagée dans le circuit d'induction et le second toute la différence de chaleur développée dans le circuit principal lorsque ce dernier induit et lorsqu'il n'induit pas. Si l'on désigne par M la résistance du courant principal, on trouve par l'expérience que la résistance du courant d'induction est $0,4405\ M$. On peut donc représenter ces deux quantités de chaleur par $28,75 \times 0,4405 M$ et $11,58\ M$. La première donne $12,66\ M$ et peut être considérée comme parfaitement égale à la seconde, d'où il résulte que ce genre d'induction ne donne pas lieu à une production de chaleur.

Deux autres séries d'observations ont conduit au même résultat : dans la première la chaleur dégagée par le courant d'induction était 12,36 *M*, et la différence de chaleur dégagée par le courant principal pendant l'induction et sans induction 13,21 *M*. Dans la troisième série on a obtenu pour la première disposition 9,52 *M* et pour la seconde 9,63 *M*. Ces résultats prouvent que *lorsqu'on détermine des courants d'induction dans un circuit fermé par l'ouverture et la fermeture du courant principal inducteur, l'induction ne donne lieu ni à une augmentation ni à une diminution de chaleur. La quantité de chaleur développée par le courant d'induction est égale à la diminution dans la production de chaleur qui résulte de l'induction dans le courant principal.*

IV

Dans le but d'arriver à obtenir par le rapprochement ou l'éloignement du circuit d'induction du courant inducteur, un développement de chaleur suffisant pour permettre de la mesurer exactement, on a construit un appareil spécial. Il se composait d'une bobine fixe de fil de cuivre recouvert de soie, dont le diamètre intérieur était de 200 millim. Dans l'intérieur de cette bobine s'en trouvait une autre également recouverte de soie, et à laquelle on pouvait, par un mécanisme convenable, imprimer une rotation rapide autour d'un axe situé dans le plan de la première bobine. Les extrémités du fil de cuivre de la bobine mobile étaient en communication métallique avec les bouts de l'axe de rotation qui étaient munis de ressorts pouvant être mis en contact avec des fils qui transportaient le courant d'induction engendré par la rotation. Le courant principal inducteur dont l'intensité était constante,

passait toujours dans ces expériences par la bobine fixe extérieure. Quand la bobine extérieure était en rotation, il s'y produisait un courant d'induction sous l'influence du courant inducteur dans la bobine fixe. On conçoit facilement que ce courant d'induction présente toujours une direction telle, que l'action mutuelle de ce courant et du courant principal inducteur exerce une résistance au mouvement de rotation, et que cette résistance doit être surmontée par la force mécanique qui fait tourner la bobine. Il y a donc toujours une dépense de travail mécanique accompagnant l'induction ; et cette dépense de travail mécanique, comme il est facile de s'en assurer, est proportionnelle au carré de l'intensité du courant principal inducteur, tant que la rapidité de la rotation reste constante.

Voici comment on opérait : On fermait d'abord le fil de cuivre de la bobine intérieure au moyen du fil de platine, sur lequel la pile thermoélectrique était fixée. Après cela, on mettait la bobine intérieure en mouvement, et quand la rapidité de la rotation était devenue constante (45 tours à la seconde), on faisait communiquer la bobine extérieure avec la pile galvanique en continuant la rotation pendant 30 secondes, puis l'on séparait la pile, et après un laps de temps de 20 secondes on lisait la déviation produite sur le galvanomètre par le courant thermoélectrique. Cette déviation représentait une mesure de la quantité de chaleur dégagée par le courant d'induction pendant 30 secondes. Cela posé, on a fait deux séries d'expériences semblables, avec la seule différence que l'on insérait le fil de platine avec sa pile thermoélectrique dans le courant principal. Dans une des deux séries la bobine intérieure était en rotation ; mais dans l'au-

tre, on la laissait immobile ; de sorte que dans un cas il y avait induction et pas dans l'autre. Au moyen des deux dernières séries on obtenait une mesure de la quantité de chaleur dégagée par le courant principal dans 30 secondes, soit quand il n'y avait point d'induction, soit quand le courant principal induisait. Mais on a trouvé que le courant principal produisait la même quantité de chaleur, qu'il induisît ou non. Dans une série d'observations on a obtenu sans induction une déviation de 166,6, et avec induction 166,9. Le dégagement de chaleur du courant d'induction dans la même série était 49,3. Il résulte de cela que l'induction du genre dont il est question ici, engendre un excédant de chaleur, et que cet excédant est précisément égal à la chaleur que dégage le courant d'induction. Mais la chaleur dégagée par le courant d'induction est proportionnelle au carré de l'intensité du courant d'induction, et cette dernière à son tour, conformément aux lois générales de l'induction, est proportionnelle à l'intensité du courant principal. Cet excédant de chaleur qu'on obtient par ce genre d'induction est par conséquent proportionnel au carré de l'intensité du courant principal. D'un autre côté, le carré de l'intensité du courant principal est proportionnel au travail mécanique employé pour surmonter la résistance à s'approcher ou s'éloigner qu'exercent l'un sur l'autre le courant principal et le courant d'induction. D'où il résulte que *lorsque des courants d'induction sont engendrés par le rapprochement ou l'éloignement du circuit induit du courant principal inducteur, il y a production de chaleur par l'induction. Dans ce cas, la production de chaleur est proportionnelle au travail mécanique employé pour approcher ou eloigner le circuit induit du courant principal inducteur.*

L'auteur a démontré par une déduction mathématique, que nous ne pouvons pas reproduire ici, que la variation dans le dégagement de la chaleur du courant principal, quand elle a lieu, est occasionnée par des courants d'induction d'un ordre supérieur qui sont engendrés par le courant primaire.

SUR QUELQUES RECHERCHES RÉCENTES

RELATIVES A DE

NOUVEAUX ÉLÉMENTS THERMO-ÉLECTRIQUES

D'UNE GRANDE ÉNERGIE.

Le peu d'énergie des piles thermo-électriques employées jusqu'ici, a nécessairement beaucoup limité leur emploi ; ce n'est guère qu'à la mesure des températures qu'elles ont pu être appliquées. Il est évident qu'il y aurait un grand avantage à avoir des éléments thermo-électriques d'une force électro-motrice considérable : il serait alors possible de remplacer les piles ordinaires, qui sont si pénibles à monter, si désagréables par l'odeur que répandent une partie d'entre elles, et si promptement épuisées, par des appareils toujours prêts à fonctionner et que l'on mettrait en activité en allumant un feu de charbon ou une flamme de gaz.

Quelques recherches récentes peuvent faire espérer que l'on atteindra ce but. Nous avons déjà signalé dans ce recueil [1] la découverte par M. Bunsen d'éléments thermo-électriques nouveaux beaucoup plus énergiques que ceux que l'on connaissait précédemment. Nous nous bornerons à rappeler ici que M. Bunsen emploie, en remplacement

[1] *Archives*, mars 1865, t. XXII, p. 243.

du bismuth, de la pyrolusite ou mieux encore de la pyrite cuivreuse. Un élément formé d'une lame de pyrite et de cuivre platiné, chauffé avec une lampe à gaz, possède une force électro-motrice dix fois plus considérable qu'un élément bismuth-antimoine dont les deux extrémités sont portées à des températures différant de 100°. Une pile de 10 de ces éléments est équivalente à un couple de Daniell de 14 centimètres carrés.

La publication de la note de M. Bunsen a engagé M. *Edmond Becquerel* à faire connaître quelques-uns des résultats auxquels il est parvenu, en attendant la publication d'un travail plus étendu sur ce sujet[1].

« Le soufre, dit-il, est une des substances qui modifient le plus profondément le pouvoir thermo-électrique des métaux, soit en les rendant plus positifs ou plus négatifs. Les sulfures d'argent, d'antimoine, de fer, de zinc ne présentent aucune action bien énergique; mais le sulfure de bismuth se comporte comme assez fortement négatif, et cela à un degré supérieur au bismuth lui-même. Les barreaux ou les plaques formés avec ce sulfure fondu sont assez fragiles ; mais comme cette matière se mélange par la fusion en toutes proportions avec le bismuth, il est facile d'obtenir des conducteurs assez résistants par un mélange de ces deux substances ; il est même remarquable que du bismuth qui contient une certaine quantité de sulfure est aussi négatif que ce dernier. Le mélange dont j'ai fait généralement usage est composé de parties égales de ces matières.

« Un couple thermo-électrique formé par le bismuth

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1865, t. LX, p. 313.

ainsi sulfuré et le cuivre a une force électromotrice plus de trois fois supérieure à celle du couple ordinaire bismuth-cuivre dans les mêmes conditions de température et de conductibilité électrique. Je pense donc que ces couples pourront être employés avec avantage dans l'étude du rayonnement calorifique.

« Le protosulfure de cuivre fondu est éminemment positif par élévation de température par rapport aux autres substances minérales et métalliques ; mais cette matière exige pour cela un état moléculaire sans lequel ces effets électriques ne peuvent être observés. On lui donne cet état particulier en la fondant à une température peu supérieure à son point de fusion, et en la coulant dans des moules de façon à ce que les barreaux et les plaques présentent une cassure fibreuse ainsi que des bulles répandues çà et là dans la masse. Si on la fond à plusieurs reprises à une haute température et qu'on la coule en masses parfaitement homogènes, son pouvoir thermo-électrique est presque détruit. Je m'occupe actuellement des effets que l'on pourrait obtenir avec le sulfure de cuivre aggloméré par compression.

« Ce résultat curieux explique peut-être le motif pour lequel M. Bunsen a trouvé que la pyrite cuivreuse naturelle fondue perd en grande partie son pouvoir thermo-électrique ; car cette substance, quand on la fond, présente une homogénéité qui, en général, est contraire au développement des courants thermo-électriques ; on sait, en effet, depuis longtemps, que les corps conducteurs à cassure cristalline sont ceux qui présentent sous ce rapport les actions les plus vives.

« Ces effets thermo-électriques différents produits par une même substance sont très-remarquables ; il est pos-

sible qu'ils soient dus à des modifications du même genre que celles qui se produisent par la trempe, l'écrouissage, etc., lesquelles changent les conditions thermo-électriques des corps [1].

« Le pouvoir thermo-électrique du protosulfure de cuivre fondu, préparé comme il vient d'être dit par une seule fusion, est tel qu'entre 0 et 100 degrés un couple formé par cette substance et le cuivre, a une force électromotrice qui est environ dix fois supérieure à celle d'un couple bismuth-cuivre, à égalité de conductibilité et dans les mêmes circonstances de température. Ce nombre n'est donné que d'une manière approximative, car le protosulfure de cuivre est difficilement obtenu toujours identique à lui-même. Des échantillons de peroxyde de manganèse m'ont paru moins positifs que le sulfure de cuivre; cette matière doit donc être placée entre le sulfure de cuivre et l'antimoine.

« La pyrite cuivreuse naturelle (double sulfure de cuivre et de fer) est au contraire fortement négative, comme cela résulte du reste de l'observation de M. Bunsen, et son pouvoir thermo-électrique est tel, qu'un couple pyrite cuivreuse et cuivre a une force électromotrice moindre que celle donnée par un couple sulfure de cuivre fondu et cuivre [2].

[1] Becquerel, *Résumé de l'histoire de l'électricité*, p. 156 et 157.

[2] Dans le couple pyrite de cuivre-cuivre, le cuivre est positif, tandis qu'avec le sulfure de cuivre il est négatif par élévation de température.

Il est probable, d'après ce qui a été dit plus haut, que l'état moléculaire de la pyrite cuivreuse naturelle influe sur l'intensité du courant thermo-électrique produit, et qu'avec des échantillons différents de cette matière on peut obtenir des effets plus ou moins énergiques; car, avec une plaque que j'ai eue à ma disposition, j'ai

« Le protosulfure de cuivre et la pyrite cuivreuse naturelle sont donc deux substances qui sont placées vers les limites opposées de l'échelle thermo-électrique des corps, la première étant éminemment positive et la seconde éminemment négative par élévation de température ; quant à présent, ce sont celles qui ont présenté les effets les plus énergiques. On devrait donc penser qu'en associant ces deux corps on pourrait construire des piles thermo-électriques assez puissantes. Mais si l'on remarque que l'on n'a pas toujours à sa disposition des échantillons de pyrite cuivreuse assez volumineux et qu'on ne peut les travailler avec facilité, mais qu'au contraire il est facile de donner par la fusion toute sorte de formes au sulfure de cuivre, on doit en conclure qu'il est préférable de construire simplement les piles thermo-électriques en associant le protosulfure de cuivre au cuivre, quitte à leur donner un nombre d'éléments un peu plus grand pour compenser la substitution du cuivre à la pyrite comme substance négative par élévation de température.

« Une des difficultés que l'on rencontre dans l'emploi du sulfure de cuivre obtenu dans l'état particulier dont il a été fait mention plus haut, c'est son faible pouvoir conducteur ; cependant, à mesure que la température s'élève, ce pouvoir conducteur augmente, et du reste l'on peut donner aux plaques ou aux barreaux de sulfure des dimensions suffisantes pour compenser leur défaut de

obtenu des nombres moindres que ceux qui sont cités par M. Bunsen pour exprimer le pouvoir thermo-électrique de cette matière. Ce qui peut le faire supposer, c'est que l'état moléculaire particulier que possède la pyrite cuivreuse, et qui lui donne son pouvoir thermo-électrique, négatif élevé, se perd en grande partie par la fusion, comme on l'a vu précédemment.

conductibilité ; d'un autre côté, les piles thermo-électriques en raison de cela donnent des courants qui franchissent plus facilement les circuits résistants.

« Pour donner une idée des effets que l'on peut obtenir avec des piles thermo-électriques de cette nouvelle forme, je citerai les résultats suivants :

« J'ai disposé une pile thermo-électrique de 10 éléments dont chaque couple était formé par un barreau cylindrique de sulfure de cuivre fondu de 10 centimètres de longueur sur 1 centimètre de diamètre, portant un fil de cuivre rouge enroulé à chaque extrémité et placé dans une petite éprouvette en verre. L'extrémité inférieure de ces couples plongeait dans une petite auge en cuivre formant bain de sable, de sorte que, les couples étant placés près l'un de l'autre, on pouvait porter simultanément une de leurs extrémités à une température de 300 à 400 degrés environ ; l'extrémité supérieure est restée dans l'air. Le bain de sable ayant été échauffé au moyen d'un petit fourneau longitudinal à gaz, on a eu un courant électrique qui est devenu bientôt constant et a présenté une force électromotrice à peu près égale à celle d'un élément de pile à sulfate de cuivre. On a pu s'en servir pour décomposer rapidement une dissolution de sulfate de cuivre et pour faire fonctionner le relais d'un appareil télégraphique, c'est-à-dire absolument comme on l'aurait fait dans les mêmes conditions avec un élément hydro-électrique de même résistance et de même force électromotrice.

« Cette pile ne pouvait donner le maximum d'effet, parce que la disposition longitudinale des barreaux et leur peu de longueur n'ont pas permis de refroidir les extrémités laissées dans l'air. Il est préférable de con-

struire chaque couple de sorte que l'une de ses extrémités puisse être refroidie ou maintenue à la température ordinaire. On peut les disposer alors, comme l'a fait M. Ruhmkorff pour les couples que je présente à l'Académie, au moyen de plaques de sulfure de cuivre de 9 centimètres de longueur sur 4 de largeur et 8 millimètres d'épaisseur, encastrées à leurs extrémités par des montants en cuivre rouge qui sont en relation avec des tiges massives de même métal. Les tiges en rapport avec les extrémités des couples qui doivent être échauffées sont horizontales, et en élevant leur température à l'aide de la flamme du gaz, on échauffe par conductibilité l'extrémité correspondante de la plaque de sulfure. Les autres tiges sont verticales, et plongeant dans de l'eau à la température ordinaire ou dans de la glace, servent à maintenir la seconde extrémité des plaques à une basse température. »

Cette communication de M. Becquerel a été suivie de la publication en Allemagne et en Angleterre d'autres travaux que nous allons passer en revue.

Nous donnerons d'abord la traduction d'un article des *Annales de Poggendorff* relatif à une pile thermo-électrique imaginée par un habile mécanicien, M. *Marcus*, auquel l'Académie de Vienne a accordé un prix de 2500 gulden pour cette découverte [1].

M. Marcus a communiqué à l'Académie de Vienne, le 16 mars de cette année, les faits suivants sur une pile thermo-électrique de son invention.

[1] *Poggendorff's Annalen*, 1865, t. CXXIV, p. 629.—*Anzeiger der K. Akad. zu Wien*, 1865, n° 8.

1. La force électromotrice d'un des nouveaux thermo-éléments équivaut à $^1/_{25}$ de celle d'un élément zinc-charbon de Bunsen, et la résistance intérieure égale 0,4 mètre du fil normal.

2. Six éléments de ce genre suffisent pour décomposer de l'eau acidulée.

3. Une batterie composée de 125 éléments a dégagé en une minute 35 centimètres cubes de gaz détonnant, bien que les conditions de la décomposition de l'eau fussent défavorables, car la résistance intérieure de la pile était beaucoup plus grande que celle du voltamètre intercalé dans le circuit.

4. Un fil de platine de $^1/_2$ millimètre de diamètre fond lorsqu'on le place dans le circuit.

5. Un électro-aimant sous l'action d'un courant de 30 éléments pouvait porter 150 livres.

6. Le développement du courant a lieu lorsqu'on chauffe l'une des faces de contact des éléments, tandis que l'on refroidit l'autre avec de l'eau à la température ordinaire.

Pour l'établissement de la pile en question il fallait d'une part faire le choix de deux corps propres à former un thermo-élément puissant, et d'autre part, trouver une disposition de chaque élément, relativement à l'échauffement et au refroidissement, qui permît de réaliser l'effet le plus utile. Le premier point constitue la partie physique du problème, le second la partie technique.

La solution de la première question exige :

a) Que les corps employés se trouvent placés aussi loin que possible l'un de l'autre dans la série thermo-électrique ;

b) Qu'ils permettent d'opérer avec une grande différence de température, sans qu'on soit obligé d'avoir recours à de la glace, condition qui ne peut être remplie que si les barreaux possèdent un point de fusion très-élevé ;

c) Que les matériaux dont on compose les barreaux soient à bas prix et que ceux-ci soient faciles à travailler ;

d) Enfin, que le corps isolant qui doit être employé pour l'assemblage des éléments puisse résister à des températures élevées et soit suffisamment solide et élastique.

Les piles composées de bismuth et d'antimoine, que l'on employait jusqu'ici, non plus qu'aucune autre combinaison de métaux simples ne remplissent ces conditions. S'appuyant sur le fait que les alliages n'occupent pas dans la série thermo-électrique des places intermédiaires entre celles des métaux dont ils sont composés, M. Marcus a été conduit à choisir les alliages suivants, qui répondent complétement aux conditions énoncées ci-dessus :

En premier lieu, pour le métal positif :

10 parties de cuivre ;

6 de zinc ;

6 de nickel.

L'addition de 1 partie de cobalt rehausse considérablement la force électromotrice.

Pour le métal négatif :

12 parties d'antimoine ;

5 de zinc ;

1 de bismuth.

Plusieurs fusions successives augmentent la force électromotrice de l'alliage.

En second lieu, dans la combinaison précédente, on peut remplacer le métal positif par de l'argentan, désigné par le nom d'Alpacca dans la fabrique d'objets métalliques de Triestinghofer.

En troisième lieu, on peut prendre comme alliage positif :

65 parties de cuivre ;

31 de zinc ;

et pour le négatif :

12 parties d'antimoine ;

5 de zinc.

Les deux barreaux ne doivent pas être soudés, mais fixés l'un à l'autre à l'aide de vis.

Le métal positif fond vers 1200° C., le négatif à 600° C. environ.

Dans ces éléments ce n'est que l'échauffement du métal positif qui influe sur le développement de l'électricité : il faut donc trouver une disposition qui permette de ne chauffer que celui-là, tandis que la chaleur n'est que transmise au métal négatif avec lequel il est en contact. Il devient possible de cette manière d'employer des températures supérieures à 600° et par conséquent d'obtenir des différences de température plus considérables.

Un fait intéressant relatif à la conversion de la chaleur en électricité qui se produit dans cet appareil, consiste en ce que l'eau qui sert à refroidir la seconde face de contact de l'élément, se réchauffe très-lentement tant que le circuit est fermé, et assez rapidement aussitôt qu'on l'ouvre.

La source de chaleur employée pour cette pile thermo-électrique est une flamme de gaz. Les barreaux dont chaque élément est composé ne sont pas de même di-

mension. Le métal positif à 7″ de long, 7‴ de large et $^1/_2$‴ d'épaisseur; le négatif 6″ de long, 7‴ de large, 6‴ d'épaisseur. M. Marcus relie 32 éléments les uns aux autres à l'aide de vis, de façon que tous les barreaux positifs se trouvent d'un côté, tous les négatifs de l'autre et forment ainsi une grille. La pile se compose de deux grilles semblables réunies par des vis sous forme d'un toit et renforcées par une tige de fer. Le mica a été choisi pour isolateur entre la tige de fer et les éléments. En outre, et particulièrement aux places exposées au contact de l'eau froide, les éléments sont enduits de verre soluble.

Pour refroidir les faces de contact inférieures des éléments on s'est servi d'un vase de terre rempli d'eau.

La pile dans son ensemble a une longueur de deux pieds et une largeur de six pouces sur six pouces de hauteur.

M. Marcus a annoncé, en outre, qu'il venait de construire un fourneau calculé pour 768 éléments, qui représentent de 30 éléments de la pile Bunsen zinc-charbon et qui consomment par jour 240 livres de charbon (environ 7 francs). Enfin, bien que le but que M. Marcus s'est proposé ne soit pas encore atteint, il croit cependant que la voie est toute tracée et qu'il n'y a qu'à la suivre.

A l'occasion de cette communication de M. Marcus, M. *J. Stephan* a examiné les propriétés thermoélectriques de plusieurs minéraux[1]. Il opérait de la manière suivante :

Le minéral était placé à l'extrémité d'une bande de cuivre; sur le minéral on plaçait l'extrémité d'un fil

[1] *Anzeiger* der k. Akad. zu Wien, 1865, n° 9. *Pogg. Annalen*, 1865, t. CXXIV, p. 632.

et le tout était serré au moyen d'une presse. Ce fil ainsi qu'un autre fil fixé à l'extrémité libre de la bande de cuivre étaient reliés par l'intermédiaire d'un galvanomètre à grande résistance. On chauffait les bandes de cuivre à l'aide d'une lampe à esprit de vin. Pour composer un élément thermo-électrique avec deux des minéraux, on plaçait une bande de cuivre entre eux deux, et sur les côtés opposés libres on mettait le bout de deux fils; le tout était maintenu par une presse en bois. La partie libre de la bande de cuivre, introduite dans la flamme, ne servait qu'à conduire la chaleur au point de contact. Dans le tableau des éléments que nous donnons ci-dessous, le corps électropositif occupe toujours le premier rang. Le chiffre qui suit indique le nombre des éléments qui est nécessaire pour produire une force électromotrice égale à celle d'un couple de Daniell.

1. Pyrite cuivreuse feuilletée. — Cuivre : 26.
2. Pyrite cuivreuse compacte. — Cuivre : 9.
3. Pyrolusite. — Cuivre : 13.
4. Pyrite cuivreuse compacte. — Pyrite cuivreuse feuilletée : 14.
5. Cuivre. — Cobalt sulfuré cristallisé : 26.
6. Cobalt sulfuré grenu. — Cuivre : 78.
7. Cuivre. — Pyrite de fer : 15,7.
8. Pyrite cuivreuse compacte. — Pyrite de fer : 6.
9. Pyrite cuivreuse feuilletée. — Pyrite de fer : 9,8.
10. Cuivre. — Cuivre panaché (Buntkupfererz) : 14.
11. Galène compacte à gros grain. — Cuivre : 9,8.
12. Galène compacte à gros grain. — Cuivre : 9.
13. Galène en grands cristaux. — Cuivre : 9,8.
14. Galène compacte. — Cuivre panaché : 5,5.

M. Bunsen avait déjà examiné la pyrite cuivreuse et la pyrolusite. Ses expériences faites avec des exemplaires choisis ont donné des résultats qui s'accordent avec ceux qui sont indiqués ci-dessus, n°s 2 et 3. Les n°s 1, 2 et 3 montrent que la structure exerce une grande influence sur les propriétés thermo-électriques ; les expériences 5 et 6 témoignent de cette influence à un plus haut degré encore. Tandis que le cobalt sulfuré cristallisé est fortement négatif à l'égard du cuivre, la même substance amorphe est faiblement positive. Voici qui est encore plus frappant : dans l'élément 13 la galène était un groupe de cubes combinés avec des octaèdres. Un groupe formé seulement de cubes était négatif à l'égard du cuivre à quelques endroits, et positif à d'autres [1].

L'élément 14 est celui de tous ceux qui ont été examinés jusqu'à présent, qui possède la force électromotrice la plus grande. Il faut 18 éléments construits par M. Marcus, chauffés à la température la plus élevée possible, pour égaler un couple de Daniell. Les minéraux qui ont été soumis à l'expérience sont toutefois d'assez mauvais conducteurs de la chaleur, ce qui est un obstacle à un emploi plus général de ces éléments. Mais ces résultats sont d'une grande importance pour la physique terrestre ; aussi l'auteur se propose de continuer ces recherches, dès qu'il se sera procuré de plus amples matériaux.

Enfin nous avons encore à signaler une note qu'un

[1] M. Poggendorff rappelle à cette occasion quelques faits analogues observés soit par M. Marbach (*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 1857, t. XLV, p. 707), soit par M. Becquerel dans la note que nous avons reproduite plus haut.

physicien anglais, M. *W. Flight*, vient de publier [1]. En voici la traduction :

Le professeur Bunsen a déjà appelé l'attention sur les propriétés fortement électro-négatives des pyrites cuivreuses et de la pyrolusite, relativement au cuivre, ou à un alliage d'antimoine et de zinc, propriétés qui donnent à ces minéraux une grande valeur, pour la construction de piles thermo-électriques sensibles. Afin de compléter ces recherches, j'ai fait des expériences sur tous les minéraux conducteurs de l'électricité que j'ai pu me procurer, avec l'appareil suivant.

Deux pièces carrées de 10^{mm} de côté, découpées dans une feuille épaisse de platine, ont été solidement fixées à une planche au moyen de tenons en fil de platine ; ces pièces laissaient entre elles un espace ou rainure de 1^{mm} de large ; chacune d'elles était pressée contre un fil de platine, dont l'extrémité aboutissait à une vis de communication. Ces deux vis étaient reliées à un galvanomètre.

Un morceau de brique convenablement taillé, d'environ 120^{mm} de long sur 21 de large, se terminait par une partie mince de 10^{mm} de largeur, et entourée d'une lame de platine.

Pour éprouver un minéral donné au moyen de cet appareil, on en plaçait sur l'une des plaques de platine, un morceau gros comme un petit pois, et soigneusement nettoyé. Sur l'autre plaque, on plaçait un morceau d'antimoine de la même dimension. On prenait alors à la main le morceau de brique, et l'on chauffait son extrémité étroite recouverte de platine dans la flamme d'une

[1] *On the Thermo-electric....* Sur la tension thermo-électrique des minéraux, *Philosophical magazine*, Novembre 1865.

lampe de Bunsen : puis, on la posait sur les deux substances, et l'on observait la déviation *initiale* de l'aiguille du galvanomètre. On substituait ensuite un morceau de bismuth au morceau d'antimoine, et on répétait l'expérience. On déterminait ainsi, d'après le sens de la déviation dans la seconde expérience, si le minéral étudié est compris entre le bismuth et l'antimoine, ou s'il est placé au delà de l'un de ces métaux dans la série thermo-électrique. Chaque minéral fut placé, à son tour, sur l'appareil, et comparé de la même manière avec les deux métaux sus-mentionnés, ainsi qu'avec les minéraux qui avaient été précédemment examinés, jusqu'à ce que sa position dans la série fût fixée. C'est ainsi que l'on a pu former le tableau suivant, dans lequel chaque substance est électro-négative avec toutes celles dont le nom est placé au-dessous.

Hématite (deux échantillons de la même localité).
Pyrite cuivreuse n° 1 (origine inconnue).
Pyrite cuivreuse n° 2 (mines de cuivre de Worthing, Australie du Sud).
Galène.
Pyrite de fer n° 1 (morceau irrégulier).
Plomb sélénié.
Pyrolusite.
Pyrite cuivreuse n° 3. (Rammelsberg, près Gosslar ; très-pure).
Psilomélane.
Pechblende.
Acerdèse (manganite).
Braunite.
Pyrite cuivreuse n° 4 (Dillenburg ; contient 27 °/₀ de pyrite de fer).
Bismuth telluré (Schemnitz, Hongrie).
Pyrite de fer n° 2 (un petit cube).
Pyrite cuivreuse n° 4 fondue.
Cuivre panaché (peacock copper ore).

Fer arsenical.
Étain oxydé (tinstone).
Magnétite.
Pyrite cuivreuse n° 1 fondue.
Pyrite cuivreuse n° 3 fondue.
Bismuth (artificiel).
Pyrite cuivreuse n° 2 fondue.
Cobalt arsenical (cobalt speiss).
Fer météorique (Atacama).
Nickel arsenical n° 1 (Kupfernickel).
Nickel antimonié-sulfuré (Nickel-antimony glance). Müssen, près Siegen.
Nickel arsenical n° 1 fondu.
Nickel arsenical n° 2.
Argent (artificiel, chimiquement pur).
Galène fondue.
« Spiegeleisen. »
Fer météorique (Aix-la-Chapelle).
Alliage d'antimoine et de cuivre.
Graphite n° 1, (très-compacte, employé pour la lumière électrique).
Pyrite magnétique fondue.
Cobalt sulfuré (Müssen, près Siegen).
Arsenic natif.
Nickel sulfo-arsenical (Nickel glance. Ems, Nassau).
Antimoine.
Pyrite magnétique.
Cuivre sulfuré (copper-glance) n° 1, fondu.
Sulfure de fer (pour la préparation de l'hydrogène sulfuré).
Pyrite de fer n° 1 fondue.
Étain sulfuré n° 1 ; (2 échantillons de la même localité).
Alliage de deux parties d'antimoine et 1 de zinc.
Graphite n° 2 (natif).
Sous-sulfure de cuivre n° 1.
Cuivre sulfuré n° 2 (Cornouailles).
Sous-sulfure de cuivre n° 2.
Cobalt sulfo-arsénical (cobalt glans).
Tellure n° 1 (chimiquement pur).
Tellure n° 2 (préparé par le professeur Liebig).

Pyrite arsenicale.
Minerai de Fahlun n° 1.
Minerai de Fahlun n° 2 (petit échantillon).
Cuivre sulfuré n° 3 (comté de Bristol, Amérique ; quatre échantillons de la même localité).
Minerai de Fahlun n° 2 (plus gros échantillon de la même localité).
Cuivre sulfuré n° 3, fondu.

Pour les substances qui sont au delà du bismuth d'un côté, et au delà de l'antimoine de l'autre, j'ai employé presque sans exception un galvanomètre, formé d'un grand nombre de tours d'un fil fin ; tandis que pour les minéraux qui sont compris entre les métaux ci-dessus mentionnés, il était nécessaire d'employer un instrument formé d'un petit nombre de tours d'un fil plus gros.

Outre les métaux mentionnés dans les tableaux ci-dessus, on a essayé plusieurs minéraux, sans obtenir de résultats intéressants. Quoique la pyrolusite, l'acerdèse, et la braunite soient citées plus haut, la hausmannite n'a pas donné de courant. Parmi des minerais contenant du fer, le fer spéculaire, l'hématite brune, le fer chromé, le fer spathique, la yénite n'ont produit aucune déviation de l'aiguille. On a aussi essayé la blende, mais elles ne conduisait pas l'électricité. D'autres minerais, en outre, tels que ceux qui contiennent des sulfures d'antimoine et d'argent, ont une fusibilité trop grande pour que leurs propriétés thermo-électriques puissent avoir quelque importance.

GÉOGRAPHIE MÉDICALE.

HISTOIRE DES ÉPIDÉMIES EN ITALIE.

(Annali delle Epidemie occorse in Italia dalle prime memorie fino al 1850 scritti dal Prof. Cav. *Alfonso Corradi.* 4°. Bologna, 1865.)

Les études de géographie médicale sont de plus en plus à l'ordre du jour parmi les médecins, et nous nous en réjouissons, car il en ressortira sans doute de nouvelles lumières sur l'étiologie et par conséquent sur la guérison des maladies endémiques et épidémiques.

Pendant longtemps les auteurs se sont bornés à étudier les différentes épidémies qui survenaient dans les différents pays, et ils en tiraient souvent des conclusions erronées à cause du point de vue tout spécial et exclusivement local auquel ils s'étaient placés. Mais depuis près d'un demi-siècle les travaux généraux se sont multipliés et ont pu réunir de nombreux documents privés ou officiels. Dès lors, l'on a pu écrire des ouvrages historiques comme ceux de Schnurrer : sa *Geographische Nosologie*, publiée en 1813, et sa *Chronik der Seuchen*, publiée dix ans plus tard, c'est-à-dire en 1823 ; d'Isensee: *Elementa nova geographiæ* et *Statistices medicinalis*, publiés à Berlin en 1833; de Fuchs : *Medicinische Geographie,* qui a paru dans la même ville et à la même

époque; de Muhry qui a publié plus tard, en 1856 et 1864, deux ouvrages de géographie médicale intitulés : *Die geographischen Verhältnisse der Krankheiten* et *Klimatographische Uebersicht der Erde*. La voie ouverte par ces différents auteurs a été suivie par le Dr Boudin qui a réuni dans deux volumes tout ce qu'il a pu récolter de faits relatifs au sujet qui nous occupe. Son *Traité de géographie et de statistique médicales et des maladies endémiques*, contenant des documents précieux et nombreux, a été publié en 1857. Dès lors, nous avons vu l'ensemble des maladies étudiées dans les différents pays par le Dr Hirsch, qui a réuni de précieuses données historiques et géographiques dans son ouvrage publié en deux volumes de 1860 à 1864 et intitulé : *Handbuch der historisch-geographischen Pathologie*. Enfin l'histoire des différentes épidémies a trouvé son annaliste dans le Dr Hœser, qui a mis à profit les immenses richesses des bibliothèques allemandes pour publier à Greifswald en 1862 une nouvelle édition de sa : *Bibliotheca epidemiographica*. Ainsi donc, les documents abondent désormais, pour tirer de ces ressources bibliographiques toutes les lumières nécessaires à la connaissance de la distribution des maladies, soit dans le temps, en remontant aux époques les plus reculées et descendant jusqu'à nos jours, soit dans l'espace, en réunissant les travaux relatifs aux maladies spéciales à certaines portions du globe ou à certaines localités.

Les matériaux relatifs à cette dernière portion de la géographie médicale deviennent de plus en plus nombreux, en sorte que l'on peut dès à présent étudier la répartition des maladies dans les différentes zones de notre globe, depuis les glaces du pôle jusqu'aux régions

brûlantes de l'Afrique ou de l'Asie, depuis les vastes plaines de la Russie et de la Sibérie jusqu'aux plus hauts plateaux, comme ceux du Mexique ou de la Suisse. Nous avons rendu compte l'année dernière de travaux relatifs au Mexique, et comparé quelques-unes des observations du Dr Jourdanet avec celles que l'on fait maintenant en Suisse[1]. Au reste, si nos lecteurs veulent suivre pas à pas les progrès de la géographie médicale, ils trouveront dans les revues que publie le prof. Seitz dans les *Annales de Cannstadt*, une appréciation aussi judicieuse qu'éclairée de toutes les publications récentes sur cet intéressant sujet.

L'ouvrage que nous annonçons est le résultat d'immenses recherches bibliographiques et il n'a pas fallu moins que la patience et la persévérance du prof. Corradi pour réunir des matériaux aussi complets sur les épidémies qui ont désolé l'Italie depuis les premiers temps historiques jusqu'à nos jours. Cet immense travail remplit déjà deux gros fascicules in-4° et ne réunit pourtant que les faits compris entre l'année 738 avant notre ère, c'est-à-dire à peu près quinze ans après la fondation de Rome (753), jusqu'en 1500.

Deux méthodes se présentaient au prof. Corradi pour étudier ce vaste sujet. Il pouvait suivre l'ordre chronologique ou bien classer les épidémies d'après leur nature et leurs traits caractéristiques ; cette dernière méthode eût sans doute laissé des notions plus concrètes dans l'esprit du lecteur, qui aurait pu suivre d'un seul coup d'œil les diverses apparitions et les différentes transformations d'une même maladie dans la suite des siècles.

[1] *Archives*, 1864, t. XXI, p. 112.

Mais, d'autre part, l'insuffisance des documents anciens rendait fort difficile la classification de maladies dont les symptômes sont le plus souvent trop incomplétement décrits pour pouvoir leur donner une place exacte dans la nosographie moderne. Aussi n'est-on point étonné que l'auteur ait préféré l'ordre chronologique, qui ne prête à aucune équivoque et qui permettra toujours aux auteurs subséquents de classer les maladies comme ils le jugeront convenable, en s'aidant des travaux les plus récents sur cet important sujet.

C'est une triste et lamentable histoire que le prof. Corrodi s'est chargé de passer en revue; l'on y voit toujours de terribles épidémies succéder aux intempéries de froid ou de chaleur, de pluies abondantes suivies du débordement des fleuves, et surtout aux nombreuses guerres des habitants de l'Italie entre eux ou avec les peuples barbares ou civilisés qui ont si souvent désolé leur beau pays. L'on peut suivre tous les progrès des fièvres typhiques et pétéchiales, de la variole, de la peste à bubons originaire d'Egypte, de la lèpre rapportée d'Orient par les croisés, du feu sacré, souvent appelé le feu de St-Antoine ou de St-Elme, qui d'après les commentateurs modernes, devrait être considéré comme une épidémie d'ergotisme, vu qu'il aurait paru après l'introduction de la culture du seigle en Italie et ne se serait montré que là où l'on fait usage de cette céréale. Citons enfin la maladie que les différents peuples désignaient du nom de leurs ennemis, mal *francese* en Italie, et maladie *napolitaine* en France, cette singulière forme d'affection syphilique qui régnait, dit-on, d'une manière épidémique et dont l'origine américaine, espagnole, française ou italienne a tant occupé les syphiliographes et surtout le

Dr Thienne, de Venise, qui a publié sur ce sujet des lettres aussi savantes que curieuses par les particularités historiques qu'elles contiennent.

Ceux qui désirent étudier comment les maladies ont été transportées par les émigrants ou par les armées peuvent apprendre de notre auteur que les Juifs dispersés après le siége de Jérusalem, en l'an 70 de notre ère, nous apportèrent les maladies de l'Orient. Ils peuvent suivre aussi les progrès de la terrible peste Antonine, rapportée de Syrie par l'empereur Lucius-Verus en l'an 167. Cette peste, qui régna depuis les bords du Rhin jusque dans les Gaules, occasionna une telle mortalité parmi les soldats qu'il fallut armer les gladiateurs et les esclaves. Les principaux commentateurs estiment que cette maladie épidémique fut probablement une rougeole ou peut-être la variole. Ce n'est cependant que beaucoup plus tard, au sixième siècle, que la première mention indubitable de cette dernière maladie a été signalée par plusieurs auteurs.

La vraie peste d'Egypte, celle qui s'accompagne de bubons, fit de nombreuses victimes à la suite du passage des troupes qui revenaient d'Orient en passant par la côte septentrionale d'Afrique.

Les épidémies du feu sacré qui se rattachent, suivant les commentateurs, à l'ergotisme, l'éléphantiasis et enfin la lèpre que rapportèrent les croisés, se montrèrent en divers lieux de l'Europe, où les pauvres malades qui en étaient atteints furent souvent massacrés par crainte de la contagion ou séquestrés dans les nombreuses ladreries ou léproseries que l'on retrouve partout en Europe.

C'est aux environs de 1492 que l'on signala les épi-

démies syphilitiques, *pestis venerea*, qui se répandirent partout avec les Juifs chassés d'Espagne.

Comme on le comprend, nous ne pouvons suivre l'auteur dans toutes les descriptions qu'il donne en suivant l'ordre chronologique. Lorsque son ouvrage sera complété, nous pourrons alors étudier chaque épidémie et en découvrir la nature d'après les récits combinés des historiographes des différentes pestes qui ont désolé l'Italie.

Ce que nous avons dit suffit pour montrer que le professeur Corradi a fait une étude complète de son sujet et a mis au jour de précieux documents enfouis jusqu'ici dans des chroniques locales ou dans des auteurs obscurs. Nous n'hésitons donc pas à dire qu'il a bien mérité de la science et il est à désirer qu'il puisse les continuer et les compléter par des recherches aussi consciencieuses que celles dont nous venons de parler.

Dr H.-C. Lombard.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

MITTHEILUNGEN ÜBER DIE SONNENFLECKEN. COMMUNICATIONS RELATIVES AUX TACHES DU SOLEIL, nos 17 et 18, par M. le Dr et prof. RODOLPHE WOLF, directeur de l'observatoire de Zurich.

M. le professeur Wolf, à travers les occupations que lui occasionne l'installation, dans la partie la plus élevée de la ville de Zurich, du nouvel observatoire astronomique qui fait partie des établissements de l'École polytechnique suisse, et dont la direction lui a été confiée, poursuit avec persévérance ses recherches sur les taches du soleil. Les nos 17 et 18 de ses *Communications* sur ce sujet ont paru dans les mois de février et de juillet de cette année, et je me propose d'en présenter ici une analyse sommaire.

M. Wolf et son adjoint, M. Weilermann, ont constaté l'état du soleil sous le rapport de ses taches, dans 291 jours de l'année 1864 ; en y joignant le résultat des observations de MM. Schwabe à Dessau, Jenzer à Berne et Weber à Peckeloh, il a obtenu 353 jours d'observations complètes, 3 de données partielles ; et il ne lui est resté ainsi, dans cette année-là, que 10 jours de totale ignorance sur ce sujet. Après avoir présenté, dans son no 17, un tableau détaillé des nombres obtenus jour par jour, il en examine les résultats. Les observations n'indiquent que six jours dépourvus de taches, et le nombre des groupes a été de 130, soit 4 de plus qu'en 1863. Il y a eu donc anomalie sous ce rapport, car, d'après la période ordinaire, on devait s'attendre à une diminution, le dernier *maximum* de taches ayant eu lieu en 1860,

d'après M. Wolf, et le précédent en 1848. Ce n'est pas la première fois qu'il y a eu des irrégularités de ce genre ; les observations de l'année actuelle pourront servir à décider si ce n'est qu'une petite anomalie, ou si elle ressemble à celles qui se sont manifestées dans les deux siècles précédents. Ces anomalies sont analogues à celles que présente l'étoile η de l'Aigle dans la variabilité de son éclat, et elles tendent à faire présumer qu'il y a aussi quelque analogie dans les causes de ces phénomènes.

M. Wolf a observé, le 5 août 1864, vers le milieu du jour, dans sa lunette dirigée vers le ciel, un nombre assez considérable de ces corpuscules brillants floconneux, qui traversent le champ des lunettes avec des vitesses et des directions quelquefois inégales, et que M. Schwabe, en les signalant, a appelés en allemand *Lichtflocken*. M. Wolf a cherché, par la mesure des ajustements de l'oculaire de sa lunette correspondant à la vision distincte de ces petites images, de se faire une idée de leurs distances de l'œil de l'observateur, et il a trouvé ces distances comprises entre 400 et 4000 pieds. M. Waldner, amateur d'astronomie à Zurich, qui s'occupe depuis longtemps d'observer ces apparences, en les comparant avec la direction du vent, a trouvé que dans plus de la moitié des cas leur direction coïncide du plus au moins avec celle du vent, mais qu'elle en diffère souvent beaucoup et lui est quelquefois tout à fait opposée. Je suis disposé à croire, conformément à l'opinion que m'a énoncée, il y a déjà longtemps, le célèbre astronome Carlini de Milan, enlevé à la science il y a peu d'années, que dans bien des cas ces images brillantes tiennent au passage dans le champ des lunettes d'oiseaux éloignés, réfléchissant la lumière du soleil.

M. Wolf s'occupe ensuite de la liaison qui existe entre les variations diurnes de la déclinaison magnétique à diverses époques de l'année, celles des hauteurs méridiennes du soleil et les variations annuelles de la température. Il avait, l'un des premiers, constaté précédemment la coïncidence qui existe entre la période des taches du soleil, de dix à onze ans, découverte par M. Schwabe,

et celle des variations de la déclinaison magnétique, reconnue par MM. Sabine et Lamont. Il avait réussi, d'après cela, à représenter assez exactement par des formules, pour divers points de la terre, les variations annuelles moyennes de la déclinaison magnétique, en fonction de ce qu'il appelle les *nombres relatifs* des taches du soleil, c'est-à-dire les nombres qui indiquent, par leurs rapports entr'eux, la partie proportionnelle de la surface du disque solaire occupée par ces taches à chaque époque. Il s'est attaché, ensuite, à employer ces formules à l'étude de la marche des variations diurnes de la déclinaison magnétique dans les divers mois de l'année ; et c'est le résultat de ce dernier travail qu'il présente ici, en tableaux détaillés, mois par mois, d'après six années d'observations faites à Gœttingue, dix faites à Munich, neuf à Prague et sept à Hobarton en Australie. Je me bornerai à en indiquer ici la conclusion générale : c'est que les petites différences qu'on trouve entre les observations directes et le résultat des formules ont, dans l'un et l'autre hémisphère, leurs *maxima* vers les équinoxes et leurs *minima* vers les solstices. M. Wolf a comparé, pour la station de Prague, d'après des éléments météorologiques que lui a fournis M. le prof. Bœhm, la marche de ces différences avec celles que présentent les moyennes mensuelles des oscillations diurnes de la température, relativement à leur moyenne annuelle ; et il a trouvé une grande analogie entre elles, les plus grandes différences y correspondant aussi à l'époque des équinoxes et les plus petites à l'époque des solstices. Je puis ajouter que j'ai remarqué, il y a bien des années, que l'amplitude des oscillations diurnes régulières du baromètre était aussi en rapport avec celle de la température, et qu'elle atteignait souvent son *maximum* au printemps, comme celle de la déclinaison magnétique. Tous ces résultats tendent à confirmer l'opinion du Père Secchi sur la liaison existant entre les phénomènes météorologiques et magnétiques.

M. Wolf a inséré aussi, dans ce 17e fascicule, une étude de M. Fritz sur la répartition des taches du soleil, selon leurs latitudes

héliocentriques, d'après les observations de M. Carrington faites de 1853 à 1861. J'ai eu déjà l'occasion de parler dans ce Recueil du bel ouvrage publié sur ce sujet en 1863 par M. Carrington [1], dans lequel, en confirmation de quelques anciennes observations du père Scheiner, et de celles plus récentes de Sœmmering et de MM. Laugier et Péters, il a constaté, par une longue série d'observations exactes, le mouvement des taches en latitude et en a déterminé la marche. M. Fritz a dressé des tableaux et des courbes du résultat des observations de cet astronome, sous le rapport du nombre et de la position des taches en latitude, en regrettant fort qu'il n'ait pu les poursuivre jusqu'à la fin de la période d'environ onze ans qui en embrasse le cours moyen. Je vais énumérer rapidement les conclusions générales que M. Fritz a tirées de ce travail. Il n'a pas trouvé une grande différence entre la répartition des taches en latitude dans les deux hémisphères nord et sud du globe solaire. Les zones dans lesquelles il y en a le plus sont celles de $\pm$ 16 à 17 degrés de latitude héliocentrique. Le *minimum* des zones équatoriales correspond à l'équateur solaire lui-même. Le nombre des taches augmente régulièrement à partir de ce cercle jusqu'à $\pm$ 16°, puis diminue graduellement de 17 à 40 degrés. Il n'en paraît que rarement et exceptionnellement à de plus hautes latitudes. Les zones de taches qui se forment dans les hautes latitudes se rapprochent promptement de l'équateur, pour y disparaître après avoir accompli leur période. Aussitôt qu'une de ces zones est presqu'éteinte, il s'en développe, à une plus haute latitude, une nouvelle qui suit la même marche. Cette formation n'a pas lieu symétriquement, ni avec la même force, dans les deux hémisphères solaires, en sorte qu'elle a plus d'activité, tantôt dans l'un, tantôt dans l'autre.

Le n° 18 des *Mittheilungen* de M. Wolf renferme d'abord une nouvelle étude, faite par lui, de la marche moyenne du phénomène des taches du soleil. Il y donne un tableau des nombres relatifs de ces taches, mois par mois, pendant quatre périodes con-

[1] Voir *Archives*, numéro de janvier 1865, p. 62.

sécutives, de onze ans chacune, comprises entre 1821 et 1864 inclusivement, ainsi que les moyennes de ces mêmes nombres considérés par petits groupes consécutifs. Ce tableau permet de construire des courbes qui représentent la progression du nombre et de l'étendue des taches sur le disque pendant ces 44 années. La courbe correspondant aux nombres relatifs mensuels, en prenant ces nombres pour ordonnées et le temps pour abscisses, présente des dentelures assez multipliées, qui ne rendent pas toujours facile d'apprécier la marche générale du phénomène. Celle des moyennes de groupes consécutifs offre déjà plus de régularité. La distance moyenne des principales dentelures y correspond assez exactement à la durée de la révolution de la planète Vénus, et la période comprenant l'ensemble de la progression des dites dentelures est à peu près égale à la révolution de Jupiter.

M. Wolf avait déjà fait voir en 1859, dans le n° 8 de ses *Mittheilungen*, que ces deux planètes paraissent exercer une influence prépondérante sur le phénomène des taches du soleil. Dès lors, les recherches des astronomes anglais ont confirmé ce fait, et MM. Warren de la Rue, Balfour Stewart et Lœvy ont reconnu, soit d'après les observations de M. Carrington, soit d'après les photographies du soleil exécutées à l'observatoire de Kew, qu'à mesure que le soleil se rapproche d'une planète le nombre des taches diminue et l'éclat du soleil augmente. Ainsi, par exemple, l'époque moyenne des plus grands abaissements de la courbe des groupes de nombres relatifs de M. Wolf correspond au mois de mai 1839, et elle coïncide avec le périhélie de Vénus.

La moyenne des nombres relatifs mensuels des quatre périodes de onze ans donne lieu aussi à une courbe qui représente la marche moyenne de la dite période avec ses inégalités. On y voit, entre autres, qu'environ deux ans après le principal *maximum*, il y en a un autre moindre. Quant à la marche séculaire du phénomène, on peut reconnaître que la production des taches a été plus énergique dans les 30es et 40es années du siècle actuel, que dans les dizaines d'années précédentes et suivantes. Mais M. Wolf se ré-

serve d'entrer ultérieurement dans plus de développements à ce sujet.

Il présente ensuite un tableau, où se trouvent groupés ses nombres relatifs annuels moyens de 1746 à 1853, en adoptant successivement pour la période des taches : 1° la durée de la révolution de Jupiter de 11 ans, 86 ; 2° la période de 11 ans, 11 résultant de ses recherches précédentes ; 3° la période de 10 ans, 43 que M. Lamont croit être la vraie. M. Wolf conclut de la comparaison des courbes auxquelles donnent lieu ces trois groupes, que sa période est la seule qui remplisse suffisamment les conditions qu'on peut attendre d'une période moyenne, pour un phénomène sujet à certaines inégalités de marche. Il fait voir aussi que les formules d'après lesquelles il a calculé à l'avance, d'après le résultat des observations des taches du soleil en 1864, quelle avait dû être à Prague et à Christiania, à la même époque, la variation diurne moyenne de la déclinaison magnétique, se sont bien accordées avec le résultat des observations de l'aiguille aimantée faites en ces deux localités.

Je n'ai encore parlé que des recherches constituant la première et la principale partie des numéros 17 et 18 des *Mittheilungen* de M. Wolf : mais je dois dire aussi quelques mots sur les articles détachés de bibliographie relative aux taches du soleil, qui terminent l'un et l'autre de ces fascicules. Ces articles de *Sonnenfleckenlitteratur*, font suite à un grand nombre d'autres insérés dans les fascicules précédents, et ils portent les numéros 198 à 214. Ils sont très-inégaux dans leur étendue et dans l'époque des publications dont ils présentent parfois une courte analyse. On y trouve, par exemple, une simple énumération des titres et des auteurs de divers articles sur les taches du soleil insérés dans les numéros 1197 à 1486 des *Astronomische Nachrichten*. M. Wolf y indique de même les articles sur ce sujet contenus dans la première série de la *Bibliothèque universelle* de Genève, et il donne, à cette occasion, quelques renseignements intéressants sur les observations de ce genre faites, de 1815 à 1823, soit à l'observatoire de Genève par

M. le professeur Marc-Auguste Pictet, soit surtout à Beaulieu, près de Rolle, par M. Eynard-Chatelain. Il entre aussi dans quelques détails sur les recherches plus récentes de MM. Carrington, Secchi, Jenzer, Kluge, Heis, Kühn, Spörer et Lamont. Je donnerai ici un court extrait des articles concernant ces deux derniers savants.

M. le Dr Spörer a déjà publié plusieurs mémoires importants sur les taches du soleil, d'après une longue série d'observations faites à Anclam en Poméranie, dont les détails paraissent successivement dans les *Astronomische Nachrichten*. Il en a été fait mention dans deux communications sur ce sujet de mon neveu, M. Émile Gautier, insérées dans les tomes XIX et XXIV des *Archives*. M. Wolf, après avoir rapporté les principaux éléments numériques que M. Spörer a déduits de ses observations, s'exprime en ces termes au sujet de ses idées théoriques : « Sans vouloir entrer dans la discussion, fondée sur des faits, qui contraint presque M. Spörer à considérer les taches comme analogues à des nuages, et à passer ainsi de la théorie d'Herschel à celle de Kirchhof; tout en n'envisageant point la question générale comme résolue encore, je suis entièrement d'accord avec M. Spörer qu'on ne peut regarder comme bien fondée aucune hypothèse sur le soleil qui rende ses taches dépendantes de points déterminés de la surface de cet astre. Je dois ajouter seulement, pour expliquer mon point de vue, qu'aucune hypothèse n'est suffisante, si elle ne tient compte de la périodicité du nombre des taches, et qu'aucune d'elles n'est admissible, si elle requiert l'égalité de durée des diverses périodes. » M. Spörer explique les mouvements des taches qu'il a observés, en supposant que des vents d'ouest prédominent dans les zones solaires équatoriales et les vents d'est à de plus hautes latitudes ; les grandes variations de vitesse des orages solaires lui paraissent liées aux changements d'aspect des taches.

M. Lamont, qui dirige depuis un grand nombre d'années l'observatoire de Bogenhausen, près de Munich, n'est, comme nous l'avons vu plus haut, pas d'accord avec M. Wolf sur la durée

exacte de la période des taches et des variations magnétiques, et il paraît avoir critiqué assez vivement les recherches de notre estimable ami et confédéré, dans un article du second cahier des *Comptes Rendus* de l'Académie des sciences de Bavière pour 1864. M. Wolf s'attache à réfuter en détail les assertions de M. Lamont, tout en restant dans une mesure convenable vis-à-vis d'un savant aussi distingué et avancé en âge. Il est certainement possible qu'on n'ait pas encore obtenu, pour la période moyenne de ces variations, une valeur fondée sur un nombre suffisant d'observations exactes : mais cela ne diminue nullement le mérite des recherches si actives et consciencieuses de M. Wolf, et je suis fort disposé à croire que ses résultats sont actuellement les plus dignes de confiance. Il a été, si je ne me trompe, après M. Schwabe, le premier à provoquer de nouveau, soit par ses propres observations, poursuivies à Berne et à Zurich depuis bien des années, soit par l'étude assidue de celles des autres astronomes et par les conclusions qu'il en a tirées, l'intérêt du monde savant sur le sujet des taches du soleil, qui est maintenant si fort à l'ordre du jour, après avoir été assez longtemps presque perdu de vue. Il a fait voir la liaison remarquable qui existe entre ce phénomène, celui des variations magnétiques et celui des aurores boréales, et il continue toutes ces études avec un zèle très-digne d'éloges, en fournissant aussi, par ses publications, des matériaux pour des recherches ultérieures. M. Wolf me paraît avoir ainsi notablement contribué à avancer nos connaissances dans cette partie de l'astronomie, et on a tout lieu d'espérer qu'il lui fera faire encore de nouveaux progrès.

ALFRED GAUTIER.

PHYSIQUE.

H. KNOBLAUCH. UEBER DIE DIFFUSION... SUR LA DIFFUSION DES RAYONS CALORIFIQUES. (*Poggendorff's Annalen*, t. CXXV, p. 1).

Voici la traduction du résumé que M. Knoblauch donne de son mémoire [1] :

1. La transmission de la chaleur rayonnante au travers d'une plaque diathermane mate, pour une quantité constante de chaleur incidente, est d'autant plus forte que la source d'où les rayons émanent directement, est plus rapprochée ou plus énergique ; il en est de même si l'on opère avec la lumière solaire, dont les rayons sont diffusés par transmission ou par réflexion.

Cet effet est d'autant plus marqué que la surface de la plaque diathermane est plus rugueuse, de sorte que si l'on augmente la rugosité de la plaque, leur faculté de laisser passer la chaleur est d'autant moins troublée que l'étendue ou le rapprochement de la source est plus grand.

Une augmentation de la diffusion des rayons calorifiques produit le même effet que ces changements de distance ou de dimension de la source.

2. En inclinant une plaque diathermane mate, sur laquelle les rayons calorifiques tombaient d'abord normalement, l'angle formé par cette plaque et les rayons au moment où l'on atteint le maximum de transmission au travers d'un second écran dépoli, est d'autant plus petit que la première plaque est plus rugueuse. La valeur absolue de ce maximum augmente avec cette rugosité.

3. La transmission au travers de deux plaques également mates, diminue quand on écarte ces plaques l'une de l'autre, si en laissant l'une d'elles dans sa position primitive au devant de la

[1] On se rappelle que M. Knoblauch avait publié précédemment, sur le même sujet, un travail étendu dont nous avions également reproduit les conclusions. (Voyez *Archives*, 1864, t. XIX, p. 244.)

pile thermo-électrique, on éloigne l'autre de la pile ; si, au contraire, on rapproche de la pile la plaque qui en est la plus voisine, en laissant immobile la plaque située du côté de la source, on diminue la transmission ; en déplaçant les deux plaques à la fois en sens contraire la transmission peut ne pas être altérée.

Les différences sont le plus sensibles quand on opère avec des rayons parallèles. En augmentant la diffusion des rayons, aussi bien qu'en rapprochant ou agrandissant la source calorifique, on obtient une diminution de ces différences en même temps qu'une augmentation générale de la transmission.

4. La transmission au travers de deux surfaces inégalement rugueuses est dans ses traits essentiels soumise aux mêmes lois ; cependant pour obtenir la compensation mentionnée ci-dessus, il faut déplacer les lames de quantités très-inégales dans des directions opposées.

Les différences qui se produisent lorsqu'on fait varier l'écartement des lames sont plus petites ou plus grandes, suivant que c'est la plaque la moins rugueuse ou la plaque la plus rugueuse que l'on déplace. Si on les déplace toutes deux de quantités égales, c'est l'influence de la plus rugueuse qui prédomine.

Si l'on combine successivement une certaine plaque mate avec une seconde surface plus rugueuse qu'elle, puis ensuite avec une autre surface encore plus rugueuse que la seconde, on trouve que c'est le premier arrangement qui permet la transmission la plus forte, et le second arrangement qui donne lieu aux plus grandes différences dans les circonstances indiquées.

Si l'on change les surfaces de place, on trouve toujours que la transmission au travers des deux est plus forte quand la surface la plus rugueuse est la plus voisine de la pile thermo-électrique. Cette différence résultant du renversement de position augmente avec la différence de rugosité entre les deux plaques, avec leur écartement l'une de l'autre, avec leur rapprochement de la pile, avec l'éloignement et la petitesse de la source de chaleur, et enfin, avec la diminution de diffusion des rayons émanant de la source. Le maximum se produit quand les rayons sont parallèles.

5. Tous ces phénomènes peuvent se déduire de la manière dont se comportent des écrans dépolis pris isolément, avec lesquels la proportion de chaleur transmise augmente d'un côté avec leur rugosité, ou, en général, avec leur pouvoir diffusant quand on les approche de la pile, et, d'autre part, avec la diminution de la diffusion des rayons calorifiques incidents ou leur passage au parallélisme.

On a par là un moyen de conclure du degré d'augmentation de la transmission lorsqu'on rapproche l'écran diffusant de la pile, à son pouvoir diffusant propre aussi bien qu'à la quantité de diffusion des rayons calorifiques incidents.

Il suit de là qu'un corps diathermane rugueux ou trouble ne possède pas un pouvoir diathermane ou absorbant constant pour une même espèce de rayons. Pour une même source de chaleur, de deux écrans de cette nature, c'est tantôt l'un tantôt l'autre qui pourra être le plus diathermane.

Sous tous ces rapports divers, les écrans diffusants se distinguent des corps diathermanes limpides et polis, aussi nettement que cela pourrait se faire par l'absorption élective pour les rayons calorifiques.

CHIMIE.

J.-S STAS. NOUVELLES RECHERCHES SUR LES LOIS DES PROPORTIONS CHIMIQUES, SUR LES POIDS ATOMIQUES ET LEURS RAPPORTS MUTUELS. (*Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XXXV.)

Il y a cinq ans, je rendais compte dans ce recueil[1] d'un mémoire de M. Stas sur ce même sujet. Après avoir donné à ce remarquable travail les éloges qu'il méritait, après avoir déclaré que l'auteur me paraissait avoir atteint dans ses expériences la limite la plus élevée que l'on puisse espérer de l'exactitude possible dans des recherches de cette nature, je me permettais d'émettre quelques doutes, non sur l'exactitude de ses déterminations, mais sur la certitude de la conclusion qu'il en tirait, savoir

[1] *Archives*, 1860, t. IX, p. 97.

qu'il n'existe aucun rapport simple entre les poids atomiques des corps. J'exprimais le vœu de voir ces déterminations reprises par des méthodes plus variées, afin qu'il fût bien constaté que les variations qui en résulteraient dans les poids atomiques, étaient loin d'atteindre les différences qui se manifestent entre les nombres ainsi obtenus et ceux qu'il faudrait admettre si l'on suppose des rapports simples entre les poids atomiques des différents corps, et que ces différences ne peuvent point être attribuées à des anomalies dans la composition des combinaisons dont l'analyse a servi à la détermination des poids atomiques.

M. Stas, dans la préface de son nouveau mémoire, s'élève contre cette objection en en exagérant la signification ; il la considère comme la négation du principe des proportions définies et de l'invariabilité des poids atomiques. Je ne lui ai jamais donné une telle portée. Je n'avais jamais eu l'idée de mettre en doute ce principe fondamental de la chimie. Mais je me demandais s'il ne peut pas arriver que certains composés, quoiqu'ils nous paraissent offrir des caractères bien définis, et une composition constante, puissent renfermer un petit excès de l'un ou de l'autre de leurs éléments par suite des conditions particulières que l'on a dû remplir pour leur préparation ou leur purification. Je citais comme exemple l'acide sulfurique monohydraté dont on a cru pendant longtemps qu'il devait avoir une composition parfaitement définie quand il avait été amené à ne plus éprouver d'altération par l'ébullition, tandis qu'il est certain maintenant qu'il renferme alors un excès d'eau. Ce qui n'empêche nullement qu'il n'existe bien un monohydrate à composition parfaitement normale que l'on obtient par cristallisation.

Ce doute que j'exprimais alors, j'avoue que je le conserverai pour chaque composé jusqu'au jour où il aura été constaté par des expériences comparatives rigoureuses que les méthodes employées pour sa préparation le fournissent bien dans un état de pureté absolue.

Je m'empresse de dire que les nouvelles expériences de M. Stas

établissent d'une manière certaine pour moi que l'objection que j'avais soulevée ne s'est trouvée fondée pour aucun des corps sur lesquels ce savant avait basé ses déterminations. Mais ses travaux mêmes nous montrent quelle réserve il faut garder avant que de certifier qu'on a obtenu un corps pur. N'a-t-il pas constaté en effet que l'iodate d'argent préparé au moyen de l'azotate de ce métal ne peut par aucun moyen être débarrassé d'un excès de ce sel, et qu'il lui a été absolument impossible jusqu'ici d'obtenir un chlorure de potassium qui ne contînt pas une trace d'acide silicique? Si certains corps ne peuvent être complétement purifiés du mélange avec une substance étrangère, ne peut-il pas arriver aussi qu'ils renferment à l'état de mélange un excès de l'un de leurs éléments?

Quoi qu'il en soit, je ne regrette point d'avoir soulevé ces objections, si elles ont contribué pour quelque chose à la production de la nouvelle série de recherches que vient de publier M. Stas. C'est un magnifique travail qui restera comme un modèle d'admirable patience, de persévérance à surmonter toutes les difficultés, et de méthodes ingénieuses pour porter au plus haut degré la précision dans les expériences d'analyse et de synthèse.

Mais il serait impossible d'en donner une idée par un extrait. C'est un livre à consulter par tous les chimistes qui voudront se vouer à des recherches exigeant une grande exactitude. Je dois me borner à signaler qnelques-uns des résultats les plus importants obtenus par l'auteur.

Un premier mémoire est destiné à établir la constance des proportions chimiques. Dans ce but, M. Stas détermine d'abord le rapport entre le chlorure d'ammonium et l'argent, en faisant varier les conditions de préparation du premier sel et en déterminant sa réaction sur la dissolution d'argent, soit à froid, soit à 100 degrés. La constance des résultats obtenus dans ces diverses circonstances prouve que le chlorure d'ammonium et le chlorure d'argent ne présentent aucune variation appréciable dans leur composition.

Une autre preuve de l'invariabilité des proportions chimiques est donnée par une série d'expériences relatives à la transformation du chlorate, du bromate et de l'iodate d'argent, sous l'influence désoxydante de l'acide sulfureux, en chlorure, bromure et iodure. M. Stas montre, en prenant les précautions les plus minutieuses et en opérant sur des poids de matière très-considérables, que ces transformations s'opèrent avec la plus parfaite exactitude, sans qu'aucune trace d'argent ou de chlore, de brome ou d'iode se trouve en excès.

Dans les mémoires suivants, M. Stas reprend, soit par les mêmes méthodes, soit par de nouvelles, la détermination des poids atomiques qu'il avait déjà établis il y a quelques années, et répondant par là au vœu que j'avais exprimé, il montre que diverses méthodes, reposant sur l'analyse ou la synthèse de composés tout à fait différents, conduisent à des résultats presque identiques, ce qui donne une nouvelle confirmation de la loi des proportions chimiques. Je cite comme exemples les résultats obtenus pour l'argent et pour l'azote.

Le poids atomique de l'argent est en moyenne :

1° Par la synthèse	du sulfure	et l'analyse	du sulfate	107,920
2° »	de l'iodure	»	de l'iodate	107,928
3° »	du bromure	»	du bromate	107,921
4° »	du chlorure	»	du chlorate	107,937

Le poids atomique de l'azote est :

D'après le rapport	du chlorure	de potassium	à l'azotate	14,043
»	»	de sodium	»	14,048
»	»	de lithium	»	14,046
»	»	d'argent	»	14,044
D'après les synthèses de l'azotate d'argent				14,042

On peut juger par la comparaison de ces nombres à quel degré de précision l'auteur est parvenu dans des recherches si difficiles, et combien il est impossible d'attribuer à des erreurs d'expériences les différences qui se manifestent entre ces nombres et ceux qu'exigerait la loi de Prout, savoir 108 pour l'argent, et 14 pour l'azote.

Enfin, comme résumé de cet immense travail, voici les poids atomiques qui résultent pour quelques corps simples des expériences de M. Stas. J'ai mis en regard de ses déterminations récentes celles qu'il avait obtenues dans son premier travail, pour montrer combien peu celles-ci avaient dû être modifiées, malgré les précautions inouïes auxquelles il s'est assujetti dans ses nouvelles expériences. Ces nombres sont rapportés au poids atomique 16 adopté par hypothèse pour l'oxygène ; j'ai fait entrer dans ce tableau le poids atomique de l'hydrogène tel que l'auteur l'admet comme le plus probable d'après l'ensemble des recherches relatives à ce corps.

	1865.	1860.
Oxygène..................	16	16
Hydrogène...............	1,025	—
Argent....................	107,930	107,943
Azote......................	14,044	14,04
Brôme....................	79,952	—
Chlore....................	35,457	35,46
Iode.......................	126,850	—
Lithium..................	7,022	—
Potassium..............	39,137	39,13
Sodium..................	23,043	23,05
Soufre...................	—	32,074
Plomb....................	—	206,91

L'examen de ces nombres justifie entièrement, suivant M. Stas, la conclusion qu'il avait formulée à la suite de son premier travail, savoir que la loi de Prout est une pure illusion, et qu'il n'existe aucun rapport simple entre les poids atomiques des corps.

Je ne saurais plus maintenant élever aucun doute sur l'exactitude des résultats numériques qui précèdent, et je reconnais parfaitement avec M. Stas que les poids atomiques des corps n'offrent point rigoureusement entre eux les rapports simples qu'exigerait l'hypothèse de Prout. Mais il m'est impossible d'admettre

que ce soit un simple effet du hasard qui fasse que, sur ces douze corps, neuf au moins aient des poids représentés par des nombres qui ne diffèrent de nombres entiers que de quantités infiniment plus faibles que celles que le calcul des probabilités aurait fait prévoir. En effet, l'écart moyen qui, pour un aussi grand nombre de corps, devrait se rapprocher de 0,5, n'est en moyenne que de 0,105, même en faisant rentrer le chlore dans ce calcul général ; il est seulement de 0,068, si on laisse de côté cet élément comme appartenant peut-être à un autre groupe.

Au reste, il me paraît inutile de rentrer dans cette discussion, car je ne pourrais que répéter les observations que j'avais présentées à la suite du premier mémoire de M. Stas.

J'ajouterai seulement que cette question ne pourra être résolue avec une grande probabilité que lorsque les poids atomiques de la plupart des corps nous seront connus avec autant de certitude que ceux qu'a déterminés M. Stas. Mais si, dans ces déterminations futures, on retrouve la même proportion de corps dont les poids se rapprochent d'une manière aussi remarquable de nombres entiers, il me semble impossible de ne pas ranger la loi de Prout à côté des lois de Mariotte et de Gay-Lussac, et de ne pas admettre l'existence d'une cause essentielle en vertu de laquelle tous les poids atomiques devraient présenter des rapports simples, et de causes secondaires qui amènent de légères perturbations de ces rapports. C. M.

L. Troost. Recherches sur le zirconium. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. 61, pag. 109.)

L'auteur a obtenu le zirconium cristallisé en chauffant à la température de fusion du fer, dans un creuset de charbon, 1 partie de fluozirconate de potassium avec 1 $^1/_2$ partie d'aluminium. La masse restante contient, outre du zirconium, un alliage de zirconium et d'aluminium ; on la traite par de l'acide chlorhydrique

étendu de deux fois son volume d'eau : les lames de zirconium sont mises à nu avant celles de l'alliage, on les sépare donc d'abord. A une température plus basse, c'est presque exclusivement l'alliage qui prend naissance.

Le zirconium cristallisé est une substance très-dure, très-brillante, ressemblant à l'antimoine par son éclat, sa couleur et sa fragilité. Les lames qui ont souvent un centimètre de large n'ont qu'une épaisseur de un à deux dixièmes de millimètre. Leur forme paraît appartenir au prisme rhomboïdal oblique. La densité du zirconium cristallisé, presque égale à celle de la zircone, est de 4,15. Le zirconium est moins fusible que le silicium, l'oxygène l'attaque à peine au rouge blanc. Il brûle à la flamme du gaz tonnant ; sa combinaison avec le chlore s'effectue au rouge sombre ; la potasse en fusion l'attaque avec dégagement d'hydrogène. Les acides sulfurique, azotique et chlorhydrique attaquent le zirconium quand ils sont chauds et concentrés ; l'action de l'eau régale est très-lente à froid, la chaleur la rend beaucoup plus rapide. Le véritable dissolvant du zirconium est l'acide fluorhydrique qui le dissout, même lorsqu'il est étendu et froid.

Le zirconium paraît exister aussi sous la forme *graphitoïde ;* on l'obtient ainsi en décomposant du zirconate de soude par du fer, à la température de fusion du cuivre.

Prof. BAHR. UMKEHRUNG..... RENVERSEMENT DES RAIES D'ABSORPTION DU SPECTRE DE L'ERBIUM (*Ann. der Chim. und Pharm.*, t. CXXXV, p. 376).

L'auteur a réussi à renverser d'une manière très-simple les raies d'absorption de l'erbine (et de la terbine ?) et à les transformer en raies brillantes qui le cèdent à peine en éclat et en netteté à un spectre de matière gazeuse.

Si l'on plonge un fil mince de platine dans une dissolution sirupeuse de nitrate ou de chlorure erbique et qu'on le porte dans

la flamme d'un bec de Bunsen, il se forme une masse spongieuse d'erbine qui brille avec une lumière intense, verte, douée de plus d'éclat encore que celle de la zircone. Cette lumière examinée au spectroscope montre un spectre continu sur lequel apparaissent les raies brillantes. Ces lignes correspondent avec celles du spectre d'absorption que montre la dissolution d'erbine.

M. Bahr n'a pas réussi à obtenir de cette manière un spectre brillant avec l'oxyde de didyme, ce qui semble prouver que la bande d'absorption foncée que les dissolutions d'erbine montrent près de D de Fraunhofer n'est pas due à un mélange de didyme, comme on pourrait le croire. M. D.

J. Jeannel. Recherches sur les solutions salines sursaturées. (*Comptes rendus de l'Acad. des scienc.*, t. LXI, p. 412.)

M. Jeannel n'admet pas que la cristallisation des solutions sursaturées soit due au contact de particules salines flottant dans l'atmosphère.

La solution sursaturée de tartrate de soude cristallise dans une cornue privée d'air et fermée à la lampe.

Les parois solides du vase s'opposent plus ou moins à la cristallisation: lorsque leur surface prédomine sur la masse du liquide, celui-ci ne peut se prendre en masse, etc.

MINÉRALOGIE. GÉOLOGIE.

Prof. J.-W. Dawson. On the structure... Sur la structure de certains restes organiques des calcaires laurentiens du Canada.—Prof. W.-B. Carpenter. Additional Note... Note additionnelle sur la structure et les affinités de l'Eozoon canadense. (*Quart. Journ. of the Geol. Sc.*, 1865, t. XXI, p. 51.)

Le système laurentien, fort développé au Canada, est formé des roches les plus anciennes du globe. Ces roches sont cristallines,

stratifiées et composées de masses alternantes de calcaires et de gneiss. Elles sont souvent pénétrées de roches ignées massives. Leur ensemble présente une épaisseur de 10000m. Le système huronien, qui lui est superposé, compte 5500m; au-dessus apparaît la faune primordiale. Vers le milieu du système laurentien se trouvent des calcaires cristallins qui ont été pénétrés par voie humide de serpentine et de pyroxène.

Ces calcaires, dans lesquels on n'avait jamais reconnu de débris d'êtres organisés, ont présenté depuis peu d'années un fait d'une haute importance pour la géologie et la paléontologie.

Sir W.-E. Logan y découvrit les restes d'un animal qui a été étudié avec grand soin par M. J.-W. Dawson et rapporté par lui à l'ordre des Foraminifères. M. W.-B. Carpenter a confirmé cette manière de voir par l'examen d'autres échantillons et a éclairci certains points restés obscurs. Enfin M. Sterry Hunt en compléta la découverte par une étude minéralogique [1].

Les débris de la coquille de cet animal, nommé par M. J.-W. Dawson *Eozoon canadense*, constituent des bancs de roche qui ont des analogies avec ceux formés de nos jours par les polypiers.

Sa structure, assez différente de celle des Foraminifères, a pu cependant être rapportée à celle de ce groupe; sa taille est fort variable, mais généralement considérable. Il offre tantôt l'apparence de cylindres irréguliers, tantôt celle de masses volumineuses, un peu aplaties, sessiles, dont le grand diamètre est environ 0m50 et l'épaisseur 0m10 à 0m12. Sa croissance se faisait par l'addition de couches successives.

Le test calcaire a été conservé; le sarcode est remplacé par de la serpentine ou du pyroxène. Ces conditions donnent à l'étude compliquée de cet organisme une certaine facilité.

Pour en examiner la structure, des plaquettes d'une ténuité extrême sont placées sur le champ du microscope. La différence de teinte et de transparence entre le calcaire et la serpentine permet les observations. Des conduits pénétrés de ce silicate n'ont

[1] *Quarterly Journal of the Geol. Soc.*, 1865, t. XXI, p. 67.

pu être observés qu'à un grossissement de 200 diamètres, preuve suffisante de l'extrême finesse avec laquelle la serpentine a pu s'infiltrer dans toutes les cavités de la coquille.

En détruisant le calcaire par l'acide chlorhydrique, la serpentine et le pyroxène restent seuls et donnent avec une parfaite exactitude la forme de la partie anciennement vivante.

Des chambres de forme aplatie, larges, présentant de nombreux prolongements arrondis, sont disposées en étages superposés. Deux parois calcaires d'espèce différente les séparent les unes des autres. La première est le *squelette propre*; il forme l'enveloppe de la cavité et présente la même organisation, les mêmes fines tubulaires que la coquille des nummulites La seconde, nommée *squelette intermédiaire*, remplit de calcaire amorphe tout l'espace que les chambres ont laissé libre. Ce squelette est quelquefois d'une fort grande épaisseur. Il est sillonné de canaux de différents diamètres qui unissent les chambres les unes aux autres et traversent en se ramifiant ces parois calcaires. Toutes ces cavités étaient remplies de sarcode, qui formait ainsi une masse continue.

Tels sont les principaux traits de la structure de l'*Eozoon canadense*. Sa découverte nous prouve qu'à l'époque laurentienne, ainsi que dans les périodes suivantes, les Foraminifères ont eu dans la formation du calcaire une part importante. Son existence rejette à une période beaucoup plus ancienne qu'on ne l'avait jusqu'ici supposé, l'apparition de la vie à la surface du globe. Cet animal présente de l'analogie avec les stomatopores du terrain silurien.

De nouvelles recherches amèneront probablement la découverte de nouveaux organismes entre l'époque laurentienne et le moment où s'est développée la faune connue sous le nom de primordiale.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le Prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1865.

Le 1er, halo solaire partiel très-brillant de midi à midi 30 m.

2, couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.

6, grêle à 7 h. 30 m. du matin.

10, première gelée blanche de la saison ; minimum + 0°,2.

12, gelée blanche ; le minimum descend pour la première fois au-dessous de 0.

14, brouillard depuis 2 h.

15. brouillard pendant presque toute la journée ; halo solaire de 2 h. 45 m. à 3 h.

16, brouillard pendant tout le jour.

19, brouillard le matin ; givre.

20, gelée blanche le matin : faible halo solaire de 8 h. 30 m. à 10 h. 30 m.

21, brouillard jusqu'à midi.

25, couronne lunaire et faible halo lunaire de 5 h. à 7 h. du soir.

26, il a neigé sur le Jura, les Voirons et le Môle.

27, grêle pendant quelques minutes à 1 h, 20 m., qui a précédé la pluie ; couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.

28, vers 5 h. du soir, éclairs à l'Ouest.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2, à 10 h. matin . . .	725,92	Le 3, à 2 h. après-m.	721,52
4, à 10 h. soir. . . .	726,40	6, à 6 h. matin. . .	724,80
7, à 10 h. matin . . .	726,72	8, à 2 h. après-m.	718,00
15, à 10 h. soir	738,53	22, à 8 h, matin . .	721,93
24, à 10 h. soir	725,40	26, à $2\frac{1}{2}$ h. ap-m.	716,09
27, à 10 h. matin. . .	725,64	28, à $9\frac{1}{2}$ h. soir. . .	720,61

GENEVE. — NOVEMBRE 1865.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Ecart avec la temp. normale.	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h	Tension de la vap. Ecart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Mini-mum	Fract. de saturation Maxi-mum.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent domi-nant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à midi
	millim.	millim.	o		o	o	mm	mm					mm				o		pouces
1	724.77	— 1,43	+ 7.68	+ 0,75	+ 4.9	+10,0	6.43	+0,06	815	— 34	750	900	...	..	N. 1	1,00	10,7	— 1.0	43.2
2	725.50	— 0.71	+ 7.46	+ 0,70	+ 6.1	+ 9 3	6,18	— 0.11	803	— 46	700	910	..	.	NNE. 2	1,00	11,0	— 0,6	44,0
3	722,29	— 3.92	+ 7,10	+ 0.51	+ 5 0	+ 8.9	6,38	+0,16	857	+ 7	710	1000	0,7	4	NNE 2	1,00	11.0	— 0,4	44.0
4	724 31	— 1,88	+ 6,13	— 0.29	+ 4,8	+ 7.6	5.45	— 0.69	778	— 72	630	930	0,1	1	NNE 2	1,00	11,6	+ 0.3	44,0
5	725,38	— 0,85	+ 6,26	+ 0,01	+ 5 1	+ 7,7	5,09	— 0,98	723	—127	670	770	. .	..	NNE. 2	0,99	...	.....	43,5
6	725,37	— 0 87	+ 6.38	+ 0,30	+ 4.3	+ 8,5	5.78	—0,21	808	— 12	710	910	1 1	2	NNE. 1	1,00	11,4	+ 0,4	42.8
7	725.01	— 0.24	+ 6,96	+ 1,05	+ 5,7	+ 8,7	6,31	+0,39	815	— 5	770	950	1,3	3	NNE. 1	0,99	11,1	+ 0,2	42,0
8	719,30	— 6.96	+ 6.01	+ 0,27	+ 5.8	+ 7.3	5,95	+0.10	854	+ 3	790	920	5,0	7	N. 1	1,00	10,8	0,0	42.0
9	721,78	— 4.49	+ 5,91	+ 0,31	+ 1,6	+11.2	5,08	—0 70	749	—102	520	970	...	..	SO. 1	0,17	10.6	— 0,1	42 0
10	724.13	— 2 15	+ 5.56	+ 0,15	+ 0,2	+ 8,0	5,05	—0,66	732	—119	650	910	. .	.	NNE. 3	0,40	10.7	+ 0,2	42,0
11	731,61	+ 5.31	+ 5,54	+ 0.29	+ 2.4	+ 8.4	4.00	—1.61	599	—252	490	710	..	..	NNE. 2	0,08	10,6	+ 0,2	42,0
12	733.77	+ 7,45	+ 3.39	— 1,70	— 2,1	+ 8,1	4.38	—1,20	743	—108	550	980	...	..	NNE. 2	0,10	. .	....	41.0
13	735,46	+ 9,13	+ 2,91	— 2,02	— 0 4	+ 5.1	4,40	—1,11	794	— 57	680	910	...	..	NNE. 1	0,68	10,0	— 0,1	40.5
14	737,51	+11.19	+ 1,73	— 3,01	— 0,8	+ 3,9	4,77	—0,67	907	+ 56	850	920	..	..	variable	1.00	9.9	— 0,1	39,5
15	738,32	+11 95	+ 1,05	— 3,56	— 2,6	+ 5 3	4.52	—0.86	927	+ 76	800	1000	...	.	ESE. 1	0,79	9.9	0,0	38 8
16	736,71	+10,32	+ 0,31	— 4,14	— 1.6	+ 3,1	4,40	—0.92	940	+ 88	840	1000	..	.	ESE. 1	0.92	9,8	0,0	38,0
17	732.66	+ 6.25	+ 3.51	— 0.78	— 1.6	+ 6,9	5,18	—0,08	852	0	740	970	...	..	variable	0.91	9 8	+ 0,1	38,2
18	732,41	+ 5,98	+ 7,19	+ 3,05	+ 3 7	+11,7	6.74	+1,54	884	+ 32	670	970	3,8	9	SSO. 1	0,80	10,0	+ 0,5	38.0
19	731.69	+ 5,24	+ 2,18	— 1,81	— 0,9	+ 7,4	5,16	+0,02	943	+ 91	850	1000	...	.	variable	0,56	...	.....	37,5
20	727.88	+ 1,41	+ 3,80	— 0,04	— 1,1	+ 8,2	5,64	+0,56	911	+ 59	780	1000	...	.	variable	0,79	9,8	+ 0,5	37,5
21	723.57	— 2.92	+ 4,12	+ 0,43	+ 2,3	+ 6.2	6,13	+1,11	991	+138	940	1000	13.8	8	SO. 1	0,99	9,8	+ 0,6	37,5
22	722.29	— 4.23	+10,35	+ 6.81	+ 5.8	+12,6	7 27	+2,30	758	— 95	590	890	0,4	2	variable	0,93	9,8	+ 0,8	36,8
23	723,30	— 3,21	+13,07	+ 9,68	+ 8.8	+17,5	8,12	+3 20	728	—125	570	920	.	..	SSO 2	0,33	9,9	+ 1.0	36,8
24	724,21	— 2,36	+13 36	+10,12	+ 7.8	+18 1	6,54	+1,67	569	—281	440	770	. .	..	S. 2	0,52	10,1	+ 1,3	36.7
25	721,06	— 5,53	+ 9,43	+ 6 33	+ 5,9	+15,4	6,77	+1,95	775	— 79	370	950	...	..	variable	0,57	10,0	+ 1,3	36,7
26	717,13	— 9.49	+14.18	+11,22	+ 8,2	+19,0	6.15	+1.38	532	—322	350	810	3,4	8	SO. 2	1,00	...	... .	36,8
27	725 19	— 1,46	+ 6.39	+ 3,57	+ 5,1	+ 9,0	6.74	+2,02	940	+ 86	870	1000	7,2	6	SSO. 1	0,96	9,8	+ 1,4	36,8
28	721.74	— 4 93	+ 5,92	+ 3,23	+ 3.6	+10,1	6,20	+1,53	892	+ 38	580	1000	13,4	11	SSO. 2	0,99	9.8	+ 1 5	36,7
29	721.69	— 2.01	+ 8,29	+ 5.73	+ 5 8	+11,2	5,84	+1,22	715	—140	590	810	0,2	1	SO. 2	0,87	9.6	+ 1.4	36,7
30	725.89	— 0.84	+ 7,72	+ 5 29	+ 7,3	+9.8	7,31	+2,73	933	+ 78	870	990	15,0	9	variable	0,99	9,6	+ 1.5	36 8

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1865.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	723,74	724,10	724,16	723,74	723,46	723,65	724,11	724,28	724,42
2e »	733,68	734,16	734,38	733,93	733,37	733,31	733,55	733,69	733,76
3e »	722,91	723,13	723,42	723,12	722,42	722,33	722,77	723,10	723,23
Mois	726,78	727,13	727,32	726,93	726,42	726,43	726,81	727,03	727,14
Température.									
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade	+ 5,25	+ 5,83	+ 7,12	+ 7,95	+ 8,09	+ 7,77	+ 7,14	+ 6,31	+ 6,11
2e »	+ 1,23	+ 1,31	+ 3,77	+ 5,28	+ 6,20	+ 5,38	+ 4,05	+ 2,77	+ 1,96
3e »	+ 8,16	+ 8,54	+10,15	+11,03	+11,53	+10,47	+ 9,45	+ 8,73	+ 8,93
Mois	+ 4,88	+ 5,23	+ 7,01	+ 8,09	+ 8,61	+ 7,87	+ 6,88	+ 5,94	+ 5,67
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	5,64	5,74	5,98	5,83	5,89	5,71	5,78	5,92	5,72
2e »	4,62	4,61	4,99	5,18	5,14	5,16	5,13	4,95	4,76
3e »	6,26	6,27	6,61	6,97	6,82	7,03	7,02	7,10	6,54
Mois	5,51	5,54	5,86	5,99	5,95	5,97	5,98	5,99	5,67
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade,	850	832	795	732	735	726	761	828	810
2e »	924	909	830	776	731	770	835	884	892
3e »	797	773	746	732	704	762	803	849	785
Mois	857	838	790	747	723	753	800	854	829

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moyenne du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		o	mm	p.
1re décade,	+ 4,35	+ 8,72	0,85	10,99	8,2	42,95
2e »	— 0,50	+ 6,81	0,67	9,97	3,8	39.10
3e »	+ 6,06	+12,89	0,81	9,82	53,4	36,83
Mois	+ 3,30	+ 9,47	0,78	10,27	65,4	39,63

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,40 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 10°,7 E. et son intensité est égale à 20 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE NOVEMBRE 1865.

Le 5 brouillard le matin.
10 id. le soir.
18 id. depuis midi ; il a neigé pendant 2½ h. mais la neige n'a pas pu être mesurée.
24 brouillard depuis midi.
25 et 26 brouillard tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1, à 10 h. matin...	561,54	Le 3, à 4 h. soir....	557,64
6, à 10 h. soir	562,51	10, à 6 h. matin. .	556,74
15, à 10 h. matin .	572,33	22, à 6 h. matin . .	560,71
23, à 10 h. soir	566,42	26, à 8 h, soir . . .	560,54
27, à 10 h. matin . .	562,45	28, à 4 h. soir....	559.01

SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1865.

Jours du mois.	Baromètre.				Température, C.				Pluie ou neige.			Vent	Clarté
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum.[1]	Maximum.[1]	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures	dominant.	moy. du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	mm	mm			
1	560,95	— 2,24	560,73	561,51	— 4.13	— 0,82	— 5,0	— 2,8	80	13,0	11	variable	1,00
2	560,48	— 2,65	560,21	560,95	— 4.06	— 0,61	— 5,4	— 1,2	80	9,7	9	NE. 1	1,00
3	558,14	— 4,93	557,64	559,03	— 2,87	+ 0,72	— 5,4	+ 1,3	200	19,3	9	NE. 1	1,00
4	559,21	— 3,79	558,08	560,19	— 5,75	— 2 01	— 7,0	— 4,3	130	13,9	10	NE. 1	1,00
5	560,16	— 3,78	559,78	560,69	— 3,78	+ 0,10	— 8,6	— 0,7	......	......	......	variable	0,67
6	561,34	— 1,54	560,22	562,51	— 2 87	+ 1,15	— 4,0	— 0,6	70	18,0	5	SO. 1	1,00
7	561,95	— 0,87	561,53	562,35	— 3.84	+ 0,32	— 4,0	— 3,1	80	12,3	5	SO. 1	1,00
8	558,83	— 3,93	558,12	560,33	— 3.45	+ 0 84	— 4,0	— 2,5	150	30,0	16	SO. 2	1,00
9	557,35	— 5,25	556,79	557,67	— 7,00	— 2,57	— 9,5	— 4,6	150	14,2	10	NE. 1	0,70
10	559,06	— 3,58	556,74	561,62	— 9,31	— 4 74	—11,0	— 8,0	......	......	......	NE. 1	0,61
11	565,74	+ 3,15	563,13	567,21	— 3 85	+ 0,85	— 7,6	— 0,4	......	......	......	NE. 1	0,00
12	568,20	+ 5,67	567,40	568,76	— 1,54	+ 3 29	— 4,2	+ 2,5	......	......	......	NE. 1	0,00
13	569,92	+ 7,44	568,99	570,74	— 3 13	+ 1,83	— 4,7	— 0,6	......	......	......	SO. 1	0,01
14	571,74	+ 9,32	571,33	571,99	— 3,99	+ 1,10	— 6,1	— 1,9	......	......	......	SO. 1	0,04
15	571,75	+ 9,38	570,53	572,33	— 2,89	+ 2,33	— 4,3	+ 1,2	......	......	......	NE. 1	0,07
16	569,97	+ 7,65	569,47	570,62	— 2,98	+ 2,37	— 5,3	+ 0,9	......	......	......	NE. 1	0,17
17	567,61	+ 5,34	567,21	568,29	— 1,72	+ 3,75	— 3,1	+ 2,1	......	......	......	NE. 1	0,96
18	566,70	+ 4,48	566,10	567,32	— 4,22	+ 1,37	— 8,2	— 1,0	......	......	......	NE. 1	1,00
19	566,73	+ 4,56	566,52	567,28	— 2,03	+ 3,68	— 3,6	+ 2,2	......	......	......	NE. 1	0,06
20	564,74	+ 2,62	564,53	565,10	— 2,39	+ 3,44	— 3,3	— 0,2	......	......	......	SO. 1	0,49
21	561,86	— 0,21	560,99	562,89	— 5,32	+ 0,63	— 6,8	— 3,3	......	......	......	SO. 1	0,53
22	562,32	+ 0,29	560,71	564,00	+ 0,17	+ 6,24	— 2,1	+ 1,7	100	8,0	8	SO. 1	0,83
23	565,38	+ 3,40	564,52	566,42	+ 2,33	+ 8,51	+ 1,4	+ 4,7	......	......	......	SO. 1	0,17
24	565,87	+ 3,94	565,58	566,35	— 3,90	+ 2,39	— 4,3	— 2,8	......	......	......	SO. 1	0,59
25	563,91	+ 2,02	562,99	565,07	— 3,09	+ 3,31	— 4,0	— 1,4	......	......	......	SO. 1	1,00
26	560,89	— 0,96	560,54	561,68	— 2,23	+ 4,28	— 2,4	— 1,5	......	......	......	SO. 2	1,00
27	561,93	+ 0,12	561,50	562,45	— 3,89	+ 2,73	— 5,7	— 2,5	180	46,0	6	variable	1,00
28	559,84	— 1,93	559,01	561,35	— 6 38	+ 0,35	— 6,4	— 5,9	70	9,5	4	SO. 2	1,00
29	561,24	— 0,49	560,21	562,48	— 6,06	+ 0,77	— 7,0	— 5,0	20	3,0	4	variable	0,74
30	563,14	+ 1,45	562,66	563,50	— 5,01	+ 1,89	— 5,3	— 3,9	80	8,0	9	SO. 1	0,83

[1] Les chiffres renfermés dans ces colonnes donnent la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. du matin à 10 h. du soir, les thermomètrographes étant hors de service.

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1865.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	559,35	559,69	559,89	559,65	559,65	559,66	559,98	560,14	560,16
2e »	567,85	568,22	568,53	568,40	568,28	568,34	568,46	568,59	568,55
3e »	562,62	562,70	562,91	562,51	562,40	562,58	562,72	562,91	562,84
Mois	563,28	563,54	563,78	563,52	563,44	563,53	563,72	563,88	563,85

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s	8 h. s.	10 h.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1re décade,	— 5,27	— 5,28	— 3,38	— 3,12	— 3,54	— 4,36	— 5,18	— 5,22	— 5,16
2e »	— 4,36	— 3,98	— 2,02	— 0,01	— 0,24	— 2,92	— 3,32	— 3,32	— 3,85
3e »	— 3,17	— 3,23	— 3,00	— 2,65	— 2,85	— 3,23	— 3,45	— 3,31	— 3,34
Mois	— 4,27	— 4,16	— 2,80	— 1,93	— 2,21	— 3,50	— 3,98	— 3,95	— 4,12

	Min. observé.[1]	Max. observé.[1]	Clarté moy. du ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	o	o		mm	mm
1re décade,	— 6,39	— 2,65	0,90	130,4	940
2e »	— 5,04	+ 0,48	0,28	0,0	0
3e »	— 4,26	— 1,99	0,77	74,5	450
Mois	— 5,23	— 1,39	0,65	204,9	1390

Dans ce mois, l'air a été calme 16 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,77 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 12 sur 100.

[1] Voir la note du tableau.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES.



TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XXIV (NOUVELLE PÉRIODE)

1865. — Nos 93 à 96.

Page

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand St-Bernard.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLEMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE.

ANNÉE 1865. T. XXII à XXIV (Nouv. période).

